N° 14 31 JUILLET 1932

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — Directeur : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

Directeur : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Ch. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Sciences naturelles.

Les migrations des oiseaux et la clarté lunaire.

De grands météorologistes, comme Angot, Defant, Hegyfoky, ont cherché à attribuer à des influences météorologiques la grande variabilité, d'année en année, des époques de migration principale des oiseaux, au printemps et en automne. Cependant, on n'a pu établir un rapport étroit de ces migrations avec le temps dans beaucoup de cas isolés.

M. J.-N. Dörr[1] croit pouvoir établir une dépendance très étroite du phénomène migrateur avec la clarté lunaire. En se basant sur de longues séries d'observations faites en Autriche, Hongrie, France, Suisse et dans la mer Baltique, il établit que les époques de migration principale des oiseaux qui voyagent de préférence la nuit tombent presque invariablement sur celles qui sont favorisées par la clarté lunaire : premier quartier, pleine lune, dernier quartier.

Partout où il l'a pu, l'auteur a calculé les facteurs de corrélation entre les dates des migrations principales et celle de la pleine lune la plus voisine; ils sont en général très élevés. Ainsi, pour la migration du coucou à Ghymnès (Hongrie), $r = 0{,}85 \pm 4$, preuve du rapport étroit de ces dates. Les valeurs diminuent pour certaines espèces d'oiseaux, en particulier pour ceux qui sont craintifs et difficiles à observer.

La différence des dates du passage moyen et de la pleine lune est toujours très faible. Pour la station ci-dessus, elle est de moins d'un jour pour 9 espèces d'oiseaux sur 14 observées, de 1 à 2 jours pour 4 espèces, et de 4,5 jours pour une espèce (tourterelle).

Le rapport est si étroit que la période lunaire de 19 ans (suivant laquelle les phases de la lune retombent presque exactement sur le même jour du mois) se reconnaît en gros dans les époques de migration des oiseaux.

Les migrations des oiseaux s'effectueraient donc en premier lieu d'après la clarté lunaire; les écarts à cette règle seraient dus soit à des conditions particulières du temps, soit à des influences biologiques.

L. Br.

1. *Anzeiger der Akad. der Wiss. in Wien, Math.-Naturwiss. Klasse*, 1932, n° 5.

§ 2. — Art de l'Ingénieur.

Sur le frettage par le froid.

En 1892, j'ai eu l'idée de pratiquer le frettage par refroidissement de la pièce intérieure. A cette époque, on obtenait facilement l'acide carbonique solide, savoir une température de —78°. On peut donc dire que l'on gagnait 100 degrés sur la chauffe de la pièce extérieure. Je proposai des essais à une société industrielle, qui exigea d'abord que la démonstration lui fût faite des avantages du procédé. Mes ressources ne me permettaient pas alors d'engager les dépenses nécessaires. D'ailleurs, peu après, les expériences d'Hopkinson vinrent à ma connaissance, et le frettage par le froid devait consister dès lors dans le gonflement, par le froid, de la pièce intérieure.

Je recherchai d'abord un ferro-nickel irréversible possédant les propriétés décrites par Hopkinson, et c'est ce qui orienta mes recherches sur les aciers au nickel. Mais je ne parvins qu'au bout de quelques mois, avec la coopération des Aciéries d'Imphy, appartenant à la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville, à la découverte de l'invar. Celle-ci m'occupa exclusivement, et tout en faisant les démonstrations nécessaires avec les aciers irréversibles, tout mon temps fut pris par la recherche des propriétés singulières des réversibles.

Un soir de l'année 1897 que je dînais avec quelques amis, parmi lesquels MM. d'Arsonval, Barbier, Bordas, Picou, Violet, et parmi les disparus, Baudot, Carpentier, Hospitalier et le Dr Tripier, j'apportai une barre d'acier-nickel irréversible, qui s'engageait dans un trou fait dans une plaque d'acier-nickel réversible. La barre ballottait fortement dans le trou; mais je la trempai dans un mélange de glace et de sel, et aussitôt, elle se gonfla et se serra dans la barre extérieure au point qu'on ne pouvait plus l'enlever. Mes amis trouvèrent l'expérience très démonstrative, et, je m'en suis tenu là.

On peut constater qu'un acier irréversible approprié éprouve, entre la température ordinaire et — 80°, un allongement permanent d'environ 4 pour 1.000, plus que suffisant pour assurer un bon frettage.

L'étude des aciers irréversibles forme une partie de mon mémoire : *Recherches métrologiques sur les aciers au nickel*, paru au tome XVII des Travaux et Mémoires du Bureau international. Mais, déjà en 1898, j'avais publié, dans les Archives de Genève, un exposé des phénomènes connus à cette époque, et le frettage par le froid s'y trouve mentionné.

Ch.-Éd. GUILLAUME.

*
**

Vitesse de fluage des métaux.

La science du fluage[1] des métaux ne date encore que de quelques années et ses méthodes, longues et délicates, n'ont pas encore permis un accord complet entre les différents expérimentateurs. Devant l'importance de ces phénomènes, qui interviennent dès que l'on emploie un métal au-dessus des températures courantes, et l'orientation actuelle de nombreuses branches de l'industrie d'utiliser leurs matériaux à température élevée, jusque vers 500°, il n'est pas inutile de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les résultats acquis.

Nous ne nous occuperons pas des méthodes de mesure, qui se ramènent à trois pour le phénomène de traction, les deux seules employées étant :

— à température et charge constantes la mesure des allongements spontanés en fonction du temps;

— à charge constante la mesure en fonction du temps de la température assurant la constance de la longueur;

et nous ne considérerons que la tendance actuelle et la concordance dans la façon de présenter les résultats.

Le premier point qui semble acquis est l'inexistance pratique d'une *limite* de fluage, celui-ci étant très probablement illimité dans le temps. En réalité toutes les définitions actuellement proposées se servent du concept de vitesse d'allongement : la *limite* est en général atteinte quand la vitesse devient inférieure aux possibilités de la machine d'essai.

D'ailleurs une *limite* ne peut satisfaire les constructeurs puisqu'elle ne leur permet pas de calculer leurs coefficients de sécurité, tandis qu'ils exigent des valeurs bien définies de vitesse de fluage, variables selon les pièces et le genre de travail auxquelles elles sont soumises.

L'industrie de la force motrice, qui a particulièrement étudié cette question, réclame par exemple, d'après MM. R.-W. Bailey[2] et K. Baumann[3], la garantie des valeurs suivantes pour éviter des allongements prohibitifs en 10 ans.

PIÈCES	ALLONGEMENT % par heure	ALLONGEMENT % en 10 ans
Disque de turbine emmanché sur l'arbre.	10^{-7}	0,001
Brides boulonnées, corps de turbine.	10^{-6}	0,01
Tuyauteries de vapeurs, joints soudés, tubes de chaudières.	10^{-5}	0,1
Tubes de surchauffeurs facilement remplaçables à intervalles assez rapprochés.	10^{-4} et 10^{-3}	tenue inférieure à 10 ans

La mesure *directe* d'une vitesse de fluage de l'ordre de 10^{-6} % par heure supposerait, avec un élasticimètre à miroirs de Martens parfaitement réglé et sensible à $\frac{1}{1.000}$ de mm. une durée de 1.000 heures, soit 42 jours, et encore serait-on à la limite de sensibilité de l'appareil; on n'obtiendrait d'ailleurs cette valeur, avec la première méthode (la plus employée) que pour une seule charge et une seule température.

Il semble bien que cette mesure ne soit réellement possible que par extrapolation, après avoir déterminé les lois du fluage, ce que semble facilement permettre la seconde méthode[4] qui fournit pour une charge les vitesses de fluage aux différentes températures.

Pour obvier à la longueur des déterminations de vitesses très faibles l'accord semble également se faire sur l'adoption d'une vitesse type conduisant à des allongements bien supérieurs à ceux admissibles

1. Nous abandonnons le terme « viscosité » comme impropre pour ce phénomène. Le terme anglais « creep » correspond parfaitement à « fluage ».

2. *Engineering*, CXXIX, pp. 772, 785, 818.

3. *Engineer*, CL, 518, 538 et *Engineering*, CXXX, pp. 597, 661, 723.

4. *C. R.*, CICIII, 1061-1063.

pour le service des pièces mais propre à classer les métaux pour la première étude d'un projet.

Une vitesse de l'ordre de 0,001 à 0,005 % par heure semble satisfaire à la double condition de discriminer les métaux et d'être exécutée simplement.

Un point extrêmement important sur lequel les différents auteurs ne sont pas très d'accord, faute semble-t-il d'avoir toujours exprimé leur point de vue, est celui de la déformation préalable au fluage. En Angleterre et en Allemagne toutes les définitions et mesures de fluage ne tiennent pas compte d'un allongement permanent préalable tant qu'il ne dépasse pas 0,2 %; la vitesse ne se mesure qu'après ce premier allongement, c'est-à-dire après un certain temps de fluage en régime établi. En France certaines définitions brutes sembleraient bien comprendre cet allongement préalable dans la vitesse de fluage, mais dans tous les cas que nous avons pu examiner nous avons eu la certitude qu'il n'en était rien, cette quantité passant inaperçue avec les déformations élastiques de mise en charge ou n'étant pas explicitée par les expérimentateurs. Or la connaissance de sa grandeur est indispensable au constructeur qui doit en tenir compte, en plus du fluage éventuel.

Notons encore, pour terminer, que sans être encore complètement établies, les lois du fluage semblent être régies par celles de l'écrouissage et de la recristallisation.

P. H.

*
**

Les Télétypes.

On appelle *télétypes, téléscripteurs*, ou encore *téléimprimeurs* des appareils dont l'aspect et les principes de frappe et d'impression rappellent beaucoup ceux des machines à écrire ordinaires, et qui peuvent être employés sur les lignes télégraphiques pour la transmission et la réception des télégrammes.

On peut les définir d'un mot en disant que ce sont des machines à écrire à distance.

Tous les appareils de ce genre comprennent les organes essentiels suivants :

un clavier de machine à écrire, pour la composition du message à transmettre;

un dispositif sélectif destiné à former la combinaison de courants représentant chaque lettre, chiffre, ou signe spécial du clavier;

un organe d'émission de ces groupes de courants, à des instants nettement déterminés;

enfin, un dispositif régulateur, ayant pour fonction de maintenir entre les appareils mis en relation un synchronisme plus ou moins précis.

La réception des signaux est assurée par un ou plusieurs électro-aimants; la sélection des combinaisons de courants élémentaires est accomplie à l'aide d'un combinateur ou sélecteur d'arrivée; enfin, c'est un dispositif imprimeur, réalisé au moyen de barrettes porte-caractères, comme dans les machines à écrire, ou d'une roue des types, qui projette le caractère sur le papier ou présente ce dernier à la roue des types, suivant les modèles.

L'impression a lieu sur une feuille de papier de format ordinaire, ou sur une étroite bande gommée que l'on peut coller ensuite sur une formule.

Le code employé dans la plupart des télétypes est le code à cinq unités. Si une unité de temps donnée, dont la valeur dépend de la vitesse de transmission de l'appareil, est divisée en cinq intervalles égaux, pendant chacun desquels un courant peut ou non être transmis, il est possible d'effectuer trente-deux combinaisons composées de courants ou d'intervalles sans courant.

Par exemple, dans le cas de la lettre E, le courant est émis pendant le premier intervalle, et coupé pendant les quatre autres. La lettre R est formée par une émission aux second et quatrième intervalles, et il n'y a pas de courant pendant le premier, le troisième, et le cinquième.

Avant et après toute combinaison, une courte interruption se produit; elle fait d'abord mettre en marche le système récepteur : sélection et impression, et quand ces fonctions sont accomplies, provoque l'arrêt des organes mis en jeu, sur une position exactement repérée.

C'est entre ces deux opérations délimitant le commencement et la fin de l'espace des cinq moments du code, que le courant est émis ou coupé suivant les modalités du code alphabétique employé.

Les trente-deux combinaisons qu'il est possible d'obtenir avec cinq signaux élémentaires permettent de représenter tous les caractères de l'alphabet.

Pour réaliser des chiffres, des signes de ponctuation ou autres, une combinaison spéciale place le dispositif imprimeur : roue des types ou barrettes porte-caractères, dans la position convenable pour obtenir que toutes les combinaisons qui surviennent provoquent l'impression de chiffres ou de signes.

Le retour à la position primitive du dispositif est obtenu par une autre combinaison spéciale.

Toute combinaison a donc deux significations, différenciées l'une de l'autre par l'envoi préalable d'une des deux combinaisons spéciales.

Le rendement des télétypes varie, suivant les modèles, entre quarante et soixante mots à la minute.

Les modèles les plus récents sont capables de vitesses plus élevées. Mais l'expérience a montré qu'un dactylographe, même très habile, ne peut donner toute sa mesure dans les transmissions télégraphiques où une grande précision est exigée. D'autre part, la bonne conservation et la durée de l'appareil sont en raison inverse de sa vitesse de fonctionnement. Aussi ne convient-il de compter pratiquement, en travail soutenu, que sur le chiffre de soixante mots à la minute.

Le télétype est spécialement destiné au service de la télégraphie privée.

Il permet à n'importe qui de transmettre ou de

1. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, nos de décembre 1930, janvier, février, mars et avril 1931. — P. Mercy, *Les Télétypes*.

recevoir des télégrammes après une initiation très courte, d'une heure au plus.

Il n'est pas plus difficile de transmettre avec cet appareil un message que de « taper » une lettre à la machine à écrire. On sait qu'il n'est pas nécessaire d'être dactylographe pour réussir à copier correctement une lettre à la machine. La différence entre l'amateur et le professionnel existe seulement dans le temps passé à exécuter le travail.

Dans une usine, un magasin, une maison de commerce ou de banque, un employé quelconque peut transmettre les ordres aux différents services.

Si l'établissement comporte des succursales éloignées de la maison principale, il suffit de louer des conducteurs à l'Administration des P. T. T. et de payer à cette dernière une redevance d'entretien, pour se créer un réseau télégraphique particulier, ou même pour être relié au réseau national, par l'intermédiaire du bureau télégraphique de la ville. On peut, en effet, à l'aide d'un télétype, expédier à ce bureau des télégrammes pour toutes destinations, sans avoir à se déplacer; les taxes correspondantes sont portées au compte de la firme par l'Administration.

Quant à l'entretien technique du télétype et à la relève des dérangements, ils peuvent être assurés par les soins du fournisseur de l'appareil, comme il est d'usage pour les machines à écrire ou les machines comptables.

Les télétypes trouvent également leur emploi dans les services de l'administration des Télégraphes, où ils peuvent remplacer les appareils Morse et Hugues. Ils permettent d'abréger considérablement la durée de formation des opérateurs télégraphistes, et d'augmenter le rendement des conducteurs, tout en accélérant l'écoulement du trafic.

D'autre part, les appareils rapides tels que le Baudot, pouvant être desservis par des transmetteurs mécaniques utilisant des bandes perforées préparées au moyen d'appareils à clavier de machine à écrire, il devient ainsi possible de réduire l'instruction manuelle des opérateurs à la simple connaissance de la dactylographie. Or, actuellement, il faut en moyenne compter trois ans environ pour qu'un manipulant télégraphiste possède son métier d'une façon convenable.

L'importante étude dont nous venons de reproduire les considérations générales, donne la description détaillée et illustrée des systèmes les plus connus de télétypes, dont certains sont actuellement en essais dans les services de l'Administration des P. T. T.

***

Nous terminerons cette chronique par quelques renseignements sur l'emploi des télétypes dans l'Administration télégraphique britannique, qui les utilise depuis plusieurs années. Suivant le *Telegraph and Telephone Journal*[1], le nombre de circuits équipés avec des télétypes est passé de trois en 1922 à six cent cinquante en 1931.

La politique actuellement suivie vise à l'emploi du télétype dans tous les cas où le trafic journalier dépasse cent cinquante télégrammes.

Dans les conditions ordinaires, avec les fluctuations normales du trafic pendant les douze heures de service, un circuit téléimprimeur en duplex peut suffire à une charge journalière de sept cent cinquante à huit cents télégrammes.

Toutefois, les résultats obtenus sans personnel spécial ni efforts exceptionnels, permettent d'affirmer que dans des conditions favorables on pourrait dépasser mille télégrammes.

Ainsi qu'il a déjà été dit plus haut, l'introduction du téléimprimeur a eu une répercussion considérable sur la durée de la période d'entraînement des télégraphistes.

Dès maintenant, les résultats obtenus dans cet entraînement mettent en évidence d'importants avantages pratiques. Il résulte de statistiques concernant 705 opérateurs appartenant à 84 bureaux différents que, pour obtenir le brevet de 25 télégrammes dans la demi-heure, qui qualifie les compétiteurs pour le titre de télégraphiste téléimprimeur, il n'a fallu pour les hommes qu'une durée d'entraînement de 66 à 86 heures, et pour les femmes de 61 à 77 heures.

En ce qui concerne le service de Londres, on va installer plusieurs postes téléimprimeurs permettant la transmission directe des messages par l'expéditeur jusqu'au bureau destinataire chargé de leur distribution.

Il est vraisemblable que si les tarifs offerts sont intéressants, le public accueillera très favorablement cette initiative qui lui apporte de nombreux avantages.

Aussi peut-on, dès maintenant, prévoir que les télétypes s'assureront, dans un avenir rapproché, une place prépondérante dans les services télégraphiques.

Ph. T.

1. Cité par la *Revue des Téléphones*, n° de juillet 1931.

LES POSSIBLES PLANÈTES ULTRA-PLUTONIENNES ET LA CAPTURE DES COMÈTES

GENERALITES

Lorsque Le Verrier, par sa découverte de *Neptune* élargit au delà du double l'étendue (en surface) du système solaire, plusieurs astronomes émirent l'opinion que le domaine du Soleil ne s'arrêtait pas là et qu'il fallait s'attendre à la découverte de planètes ultra-neptuniennes. Ce vœu ne s'est réalisé que 84 ans après par la découverte de *Pluton*. Or, de même que celle de Neptune, la découverte de Pluton a fait penser à plus d'un astronome que notre système solaire s'étend beaucoup plus loin et que l'avenir nous fera découvrir plusieurs autres planètes au delà de Pluton.

Or, tant que l'on reste dans le champ des hypothèses, chacun peut dire ce qui lui paraît probable, sans se compromettre, du moment que l'on ne fixe pas des limites de temps pour une nouvelle découverte. Le temps est un grand seigneur et ceux qui vivront verront. On a aussi formulé l'hypothèse que le nombre toujours croissant des comètes que l'on découvre, pourrait, dans l'avenir, faire découvrir une certaine parenté entre plusieurs comètes formant une famille analogue à celle des comètes joviennes. Ce serait la famille d'une planète ultra-plutonienne. La distance aphélie, a-t-on dit, qui serait à peu près la même pour toutes ces comètes, nous renseignerait sur la distance au Soleil de la planète ultra-plutonienne.

Tout ce qui précède m'a engagé à examiner de plus près la possibilité de l'existence de pareilles planètes, et je résume ici les quelques idées que j'ai sur cette question.

La stabilité de Pluton et des satellites les plus éloignés dans notre système.

Avant de chercher à élargir les limites de notre système, j'ai jugé opportun de m'assurer de la stabilité de sa dernière conquête, c'est-à-dire, de l'orbite de Pluton. J'ai laissé de côté les questions de commensurabilité, qui auraient pu se soulever du fait que le moyen mouvement de Pluton est à celui de Neptune comme 2 à 3 et à celui d'Uranus comme 1 : 3. Du moment que le rapport de 1 à 2, pour Neptune et Uranus, n'empêche pas la stabilité de la première de ces planètes, il ne faut pas se préoccuper de la stabilité de Pluton, de ce chef. On devra s'attendre à des inégalités à longue période.

Ce qui m'a frappé a été la faiblesse de l'attraction que le Soleil exerce sur Pluton. A la distance moyenne[1] 39,6, cette attraction ferait parcourir dans la première seconde, à cette planète, placée sans aucune vitesse initiale, un espace évanouissant de 19 dix-millièmes de millimètre! Quelque petite qu'elle paraisse, cette attraction ne pourrait être vaincue que par celle d'une planète existant à une distance égale à *un*[2] de Pluton, et possédant une masse supérieure à 213 fois celle de la Terre. Or, évidemment, il n'existe pas de grosse planète dans de pareilles conditions; on l'aurait découverte bien avant Pluton et peut-être même avant Neptune. Si nous supposons cette planète à une distance égale à 10 de Pluton, sa masse devrait être supérieure à 21 300 fois celle de la Terre, ce qui serait absurde. Donc, Pluton ne peut être arraché à l'attraction du Soleil pour devenir un satellite d'une autre grosse planète.

Il faudrait de même écarter l'idée que Pluton pût être dévié de son orbite par des masses cosmiques répandues dans l'espace, la quantité de mouvement de Pluton étant considérable.

Donc, la stabilité de Pluton est bien assurée. Passons aux satellites qui sont très éloignés de leur planète. Puisque l'existence du 10e satellite de Saturne est problématique, je me suis arrêté au 9e, *Phœbe*.

On sait que pour les satellites très éloignés, il faut compter sur l'attraction perturbatrice du Soleil, dont la masse est très considérable. Toutefois, j'ai trouvé que dans les conditions les plus favorables, l'attraction différentielle exercée par le Soleil sur Phœbe n'est que le centième de l'attraction que ce satellite subit de la part de sa planète.

Donc, là aussi pas de préoccupation pour la stabilité. J'ai alors considéré le cas du 9e satellite de Jupiter, et j'ai trouvé que l'attraction de la planète sur ce satellite n'est que 7,5 fois l'attraction différentielle du Soleil.

De là à chercher à quelle distance devrait se trouver, relativement à Jupiter, un satellite, pour que l'attraction différentielle due au Soleil fût égale à l'attraction simple de sa planète, il n'y avait qu'un pas. Pour résoudre ce problème assez simple, on propose souvent d'employer la formule

$$(1) \qquad \frac{2k^2a}{r^3},$$

1. La forte excentricité de Pluton ne changerait rien à la chose.
2. C'est la distance de la Terre au Soleil.

dans laquelle r représente la distance de la planète du Soleil, a le rayon de l'orbite du satellite supposée circulaire, et k est la constante de Gauss. Ici, comme précédemment, on suppose nulle la masse du satellite.

Mais je fais remarquer que cette formule ne donne pas un résultat exact dès que a est assez grand par rapport à r. La formule (1) est la différentielle de la formule $\frac{k^2}{r^2}$, qui donne l'attraction du Soleil à la distance r. Comme dans le problème que l'on se propose il s'agit de comparer l'attraction de la planète sur son satellite, avec l'attraction *différentielle* du Soleil sur le même satellite, on se croit autorisé à différencier l'expression $\frac{k^2}{r^2}$. Alors a est envisagé comme la différentielle de la variable r. Or, lorsqu'il s'agit d'un satellite très éloigné, a n'est pas une quantité infiniment petite. Voilà pourquoi j'ai calculé l'attraction différentielle du Soleil, en faisant la différence entre les valeurs qui correspondent aux formules

$$\frac{k^2}{(r-a)^2} \text{ et } \frac{k^2}{r^2}.$$

J'ai donc trouvé que pour un satellite situé à une distance égale à 0,391 (l'unité étant toujours la distance Terre-Soleil) l'attraction différentielle du Soleil est égale à l'attraction simple de la planète. Au delà, l'attraction du Soleil l'emporte.

Evidemment il s'agit ici d'un cas hypothétique, puisque dans de telles conditions un satellite ne pourrait accomplir une révolution entière, sans être détaché du système de sa planète. Toutefois, si, par suite de perturbations l'excentricité du satellite pouvait augmenter jusqu'à ce que sa distance à la planète, lors de sa conjonction avec le Soleil, devînt supérieure à 0,391, sa stabilité serait troublée.

Dans tout ce qui précède la petitesse de la masse du satellite nous a permis d'avoir égard à la distance du Soleil à la planète au lieu de considérer la distance au centre d'inertie planète + satellite.

Conditions pour l'existence de planètes ultra-plutoniennes.

Occupons-nous maintenant plus directement des possibles planètes ultra-plutoniennes. La question n'est pas ici de voir par quels moyens on peut arriver à connaître d'une manière approchée la position que doit occuper une grosse planète située au delà de l'orbite de Pluton, de sorte que l'on puisse la trouver en photographiant avec un instrument très puissant la région indiquée. Non, nous chercherons à établir sous quelles conditions il pourrait exister une (ou même plusieurs) planète ultra-plutonienne.

Et d'abord, il faut exclure une planète de masse considérable située à peu de distance de Pluton, par exemple à 10 unités. Elle produirait de fortes perturbations sur Neptune et aussi des perturbations appréciables sur Uranus. Or, pour Neptune, les observations s'accordent bien avec la théorie, les écarts atteignant rarement 2" ou 3". Quant à Uranus, les perturbations assez grandes que l'on a constatées par l'observation, s'expliquent assez bien par l'action de Pluton. Ce sont même ces perturbations, non celles très petites de Neptune, qui ont permis à LOWELL d'indiquer la région où devait se trouver la planète ultra-neptunienne.

Quant aux perturbations que subirait Pluton, la planète que nous avons supposée à peu de distance et douée d'une masse considérable, en produirait certainement, et de très grandes, mais en l'état actuel des choses, quoique, grâce aux quelques anciennes observations de Pluton, nous possédions pour cette planète des éléments très exacts, on ne peut parler de perturbations constatées, puisque les observations anciennes et les récentes, prises ensemble, n'embrassent qu'un arc très petit de son orbite. Il faudra donc attendre au moins 70 ans, pour pouvoir commencer à parler de perturbations bien constatées par l'observation.

Donc, il faut exclure l'hypothèse d'une grosse planète comme ci-dessus; d'autant plus qu'on l'aurait découverte bien avant Pluton.

Si l'on suppose une planète à 5 ou 6 unités de Pluton, mais ne possédant qu'une masse de l'ordre de celle de cette planète, elle ne produirait de fortes perturbations que sur les éléments de l'orbite de Pluton. Quant à Neptune la planète inconnue en produirait comme en a produit Pluton sur Uranus, pourvu que les positions relatives de ces deux planètes fussent analogues à celles de Pluton et d'Uranus pendant les dernières 40 années. Ce seraient ces dernières perturbations (de Neptune) qui permettraient d'assigner la place de l'hypothétique planète. Or, nous l'avons vu, Neptune ne révèle pas de perturbations sensibles sur ses observations.

Quant aux fortes perturbations qu'en subirait Pluton, il faudrait toujours attendre 40 ou 50 ans pour les bien constater.

Les perturbations que l'on a constatées sur Uranus s'expliquent seulement avec la présence de Pluton; par conséquent une planète de l'ordre de grandeur de Pluton et voisine de cette planète, ne pourrait pas non plus exister.

Il ne reste donc que l'hypothèse d'une planète assez éloignée de Pluton, par exemple à une dis-

tance égale à 60 ou 65 du Soleil, de masse moyenne, qui pourrait exister. L'attraction du Soleil sur cette planète serait plus de deux fois moindre que l'attraction analogue (déjà si petite) sur Pluton.

L'hypothèse d'une famille de comètes révélant l'existence d'une planète trans-plutonienne.

1° Puisque les perturbations planétaires ne suffisent pas, en l'état actuel, pour nous donner des renseignements sur des planètes existant au delà de Pluton, quelques astronomes ont formulé l'hypothèse que d'ultérieurs perfectionnements dans nos moyens d'observations pourraient augmenter de beaucoup le nombre des comètes que l'on découvre chaque année, de manière à nous faire constater l'existence de quelques familles de comètes ayant à peu près la même distance aphélie, qui nous indiqueraient les distances auxquelles se trouvent du Soleil les prétendues planètes ultra-neptuniennes, qui auraient *capturé* ces comètes.

Avant de discuter cette hypothèse, il ne sera pas inutile de rappeler quelques recherches anciennes ou récentes sur la *capture* des comètes par les grosses planètes.

Les profanes de l'astronomie, en apprenant que chaque année on découvre de 4 à 10 comètes, dont seulement deux ou trois étaient attendues, parce que leur orbite est elliptique (de sorte que ces comètes font partie de notre système) croient que la grande majorité des comètes que l'on découvre comme nouvelles, ont des orbites différentes de l'ellipse et que, par conséquent, il ne faut pas attendre leur retour. Or, ces idées ne sont pas exactes. En effet, surtout depuis une quinzaine d'années, le nombre des comètes nouvelles dont l'orbite résulte elliptique est au moins égal à celui des orbites paraboliques ou même hyperboliques (dans quelques cas très rares). En outre, assez souvent on remarque une ressemblance entre les éléments d'une comète parue récemment et ceux d'une comète parabolique parue il y a un grand nombre d'années. Alors on s'applique à calculer[1] les perturbations que cet astre a subies depuis l'ancienne apparition et souvent l'on découvre que ce sont ces perturbations qui ont changé l'orbite primitive, qui n'était pas fermée, en une ellipse.

Au contraire il arrive que des comètes pour lesquelles on avait calculé des éléments elliptiques, et qui auraient dû revenir au bout de 10, 20, 100 ans, ne reviennent pas. Quand on parcourt le catalogue des comètes, on en rencontre plusieurs pour lesquelles on avait déterminé par le calcul une période de 60, 70, 75, 100 ans. Or, si les observations faites avant 1800 peuvent être regardées comme peu précises, cela n'a pas lieu pour les observations faites pendant le XIX^e^ siècle. On a donc le droit de se poser la question suivante : « Pourquoi ces comètes dont l'orbite a été bien déterminée et dont la période aurait dû les ramener au périhélie pendant ces dernières 30 ou 40 années, ne se sont-elles pas présentées? » Il est facile de constater d'après le catalogue, que cela arrive plus fréquemment pour des comètes dont la période, sans atteindre des centaines d'années, est de l'ordre de grandeur de celle de la comète de Halley, qui oscille entre 73 et 77 ans.

On comprend que la comète de Halley, par ses manifestations si grandioses, ait frappé les esprits dès ses premières apparitions et qu'elle résiste aux nombreuses causes de désagrégation auxquelles sont exposés ces astres si peu compacts et de masse si faible que W. Herschel les appelait *des riens visibles*.

Faudra-t-il dire que les autres comètes moins grandioses aient succombé, ou bien que leur orbite a été changée d'elliptique en parabolique ou bien hyperbolique? Les deux causes peuvent intervenir. D'ailleurs, on reste effrayé devant les calculs[1] qu'il faudrait entreprendre pour déterminer les perturbations subies par ces comètes pendant un long laps de temps. Pour les comètes à période relativement courte les choses vont autrement. On les suit par le calcul et le plus souvent — sauf si les conditions de visibilité sont défavorables — on les réobserve à leurs différents retours. Toutefois il y a des comètes réfractaires, qui manquent au rendez-vous et il y en a qui se désagrègent en plusieurs noyaux et finissent par ne plus reparaître.

Rappelons aussi que F. Tisserand découvrit un critérium qui permet d'établir si une comète *elliptique* parue récemment peut être identique avec une autre plus ancienne, lorsque les deux séries d'éléments présentent des ressemblances. Par là on épargne des calculs inutiles.

Il peut se faire que la non-réapparition, le retour manqué des comètes elliptiques, dont la période dépasse 70 ans se rattache à la question de l'origine des comètes. Nous en dirons un mot plus loin.

Les belles recherches de M. F. Baldet sur la comète de Winnecké, qui lui ont montré que le noyau *effectif* de cette comète (dans lequel se concentre presque toute la masse de la comète)

1. Ces calculs sont souvent très laborieux.

1. La découverte de Neptune et de Pluton qui peuvent, eux aussi, intervenir à produire de pareilles perturbations, augmente l'étendue des calculs.

occupait une position excentrique dans l'ensemble plus étendu que l'on observe comme noyau, ont fait penser avec raison que les observations qui semblent s'écarter d'une orbite elliptique, ne se rapportent pas comme il devrait être, au véritable noyau. On finira, peut-être, par exclure les orbites hyperboliques et par diminuer considérablement le nombre des comètes paraboliques.

2° On a donc composé la théorie de la capture d'une comète par l'une des grosses planètes[1]. Laplace introduisit le mot *sphère d'activité* d'une planète, c'est-à-dire d'une surface limite au-dedans de laquelle il est plus avantageux de considérer le mouvement de la comète autour de la planète, au lieu du mouvement autour du Soleil fortement perturbé par l'attraction de la planète voisine. Lorsqu'une comète se rapproche tellement d'une grosse planète qu'elle pénètre dans cette sphère limite, on considère l'action de la planète comme *directe* et celle du Soleil comme perturbatrice.

Il ne faut pas confondre le cas de fortes perturbations produites sur une comète par une grosse planète avec le cas de l'entrée d'une comète dans la sphère d'activité d'une planète, ni ce dernier avec le cas de la capture d'une comète. Une comète peut bien entrer dans la sphère susdite sans être capturée, c'est-à-dire, sans que son orbite ouverte devienne une courbe fermée. La nouvelle orbite peut ne pas être elliptique, mais hyperbolique; c'est ce qui arrive lorsque la vitesse de la comète à l'intérieur de la sphère d'activité, est plus petite que celle de la planète. Si la vitesse de la comète, à la sortie de la sphère d'activité, devenait égale à celle de la planète, mais de signe contraire, la comète resterait immobile dans l'espace et, comme un grave quelconque, elle tomberait sur le Soleil.

On démontre aussi que la distance aphélie des comètes devenues elliptiques par la capture, ne peut jamais être inférieure à la distance de la planète au Soleil.

Ordinairement dans des questions de ce genre, on suppose que la comète, qui entre dans la sphère d'activité de la planète, parcourt une orbite parabolique; mais elle pourrait avoir une orbite hyperbolique. A la vérité, dans le catalogue des comètes il figure à peine 5 ou 6 comètes hyperboliques et encore il faut dire que leur excentricité n'est pas bien supérieure à l'unité. Toutefois une orbite hyperbolique est bien possible théoriquement, sauf ce que l'on déduit de l'opinion, la plus probable aujourd'hui, de *l'origine solaire* de ces astres. Ce qui contribue à rendre très petit le nombre des comètes hyperboliques observées est sans doute la distance périhélie qui conviendrait à ces comètes, distance qui rendrait plus difficile leur observation.

Il ne faut pas oublier que dans la théorie de la capture c'est le mouvement de la planète autour du Soleil qui joue le rôle principal. Avec une planète fixe par rapport au Soleil et se déplaçant dans l'espace avec une vitesse égale à celle du Soleil (20 km. par seconde) et de même direction il n'y aurait pas de capture; l'orbite de la comète ne pourrait devenir une courbe fermée.

3° Après avoir rappelé ces principes relatifs à la capture des comètes, nous pouvons discuter l'hypothèse qu'à l'avenir on pourrait connaître l'existence d'une planète ultra-plutonienne et sa distance au Soleil, au moyen d'une famille de comètes capturées par elle.

Avant tout, il ne faut pas oublier que pour bien établir que plusieurs comètes aient été capturées par une planète il ne suffit pas de prendre en considération la presque égalité entre leurs distances aphélies et celle de la planète; l'inclinaison presque toujours considérable des orbites cométaires intervient pour diminuer la valeur de l'argument déduit de l'égalité susdite. C'est la longitude de l'un des nœuds qui doit être à peu près égale; il faut aussi avoir égard à la distance effective de ce nœud au Soleil.

Le point capital dans la question de la capture des comètes est que seulement par extension on a cru pouvoir attribuer aux planètes Saturne, Uranus et Neptune la capture de quelque comète. Le fait n'est bien établi que pour la planète géante, Jupiter, dont la masse est plus de trois fois plus grande que celle de Saturne. On n'a pas le droit de généraliser la théorie de la capture, comme l'a fait Flammarion. C'est la masse de la planète qui joue le rôle principal dans la capture. Or, tous les astronomes seront d'accord à admettre que les planètes ultra-plutoniennes — s'il en existe — n'auront pas des masses considérables. Sans entrer dans des hypothèses cosmogoniques, on constate que les masses des grosses planètes commencent par être très petites, puis elles deviennent très grandes et ensuite elles vont en diminuant, si bien que pour Pluton on admet une masse presque égale à celle de la Terre. L'espace ultérieur nous réserverait-il des surprises? Mais ces hypothétiques planètes géantes, on les aurait vues, on en aurait constaté l'action perturbatrice! Encore, elles seraient comme autant de petits soleils aux limi-

1. M. Jean Bosler, l'éminent directeur de l'Observatoire de Marseille, a bien mérité de la Science en rendant accessible à tout le monde cette théorie et surtout les recherches de M. A. Newton, par son article magistral du *Journal des Observateurs* (septembre 1931 et janvier 1932).

tes de notre système... Mais le rêve n'est pas la science!

Admettons pour un instant qu'on arrive à découvrir une famille de comètes qui auraient été capturées par une planète ultra-plutonienne; nous venons de voir qu'elles ne suffiraient pas même pour nous donner la distance de cette prétendue planète au Soleil. Il faudrait que leurs nœuds satisfassent à certaines conditions, qui nous laisseraient toujours dans l'incertitude vis-à-vis de la longitude effective du nœud de la planète.

Mais il y a une remarque bien plus importante. Même de l'aveu de ceux qui ont invoqué ce moyen singulier de découvrir des planètes, il faudra quelque chose comme 70, 80, 100 ans pour que l'on découvre une famille de comètes capturées par la prétendue planète. Or, au bout d'un laps de temps aussi long les observations de Pluton embrasseront presque la moitié de son orbite, et les perturbations qu'elles révéleraient nous mettraient sur les traces de la planète cherchée avec beaucoup plus de sécurité qu'une prétendue famille de comètes.

Un mot sur l'origine des comètes.

La question de l'origine des comètes n'est pas étrangère au sujet qui nous occupe, aussi, en dirons-nous un mot.

Galilée n'attachait pas d'importance aux comètes qui, d'après lui, n'étaient que des météores dont le siège était dans notre atmosphère. Evidemment, il n'avait pas cherché à en déterminer la parallaxe. Kepler, Borelli, Dœrfel, Newton et tous les autres astronomes après Galilée reconnurent la nature astrale, ou cosmique, des comètes et s'occupèrent d'en déterminer les orbites. Laplace, en s'appuyant sur la nature de leurs orbites, qui semblent être des paraboles, soutint que ces astres nous viennent de l'infini physique. D'après lui, ces astres vagabonds s'en allaient d'un système stellaire à l'autre. Evidemment, il n'avait pas une idée précise des distances stellaires aussi bien que de la nature physique de ces corps minuscules, qui résultent de l'agglomération peu compacte d'un grand nombre de météorites. Si Laplace avait connu ces deux choses, il aurait compris que des astres très exposés à la désagrégation ne pouvaient subsister pendant 20 millions d'années, tout au moins, pour s'en aller intacts d'une étoile à l'autre.

Ces raisons sont si fortes qu'on se voit forcé d'admettre, avec Strömgren et la plupart des astronomes modernes, l'origine solaire des comètes, qui auraient appartenu dès l'origine à notre système, et qui peut-être forment un immense anneau entourant le Soleil et les planètes à une distance très grande. L'expression *dès l'origine* doit ici être entendue dans un sens bien relatif; car le peu de stabilité de ces astres ne serait pas compatible avec l'ancienneté que l'on attribue à notre système.

Devant des arguments aussi solides, celui que l'on apporte en faveur de l'origine interstellaire de ces astres et qui se déduit de la vitesse très grande que l'on attribue à certains bolides, n'a pas de valeur. Schiaparelli insistait sur la vitesse astrale, de 60 ou 70 kilomètres par seconde, que de son temps on attribuait aux bolides; mais aujourd'hui on a réduit de beaucoup ces nombres.

Ensuite, qu'est-ce que l'on entend par vitesse astrale, ou pour mieux dire interstellaire? N'avons-nous pas dans notre système des corps dont la vitesse linéaire dépasse en certaines circonstances 49 km.? C'est bien le cas de la planète Mercure. Et que de comètes elliptiques dans le voisinage de leur périhélie atteignent des vitesses bien plus grandes! Et cependant ces comètes appartiennent à notre système.

Au contraire, la vitesse *interstellaire* du Soleil n'est que de 20 km.

D'ailleurs, l'analyse chimique de toutes les météorites (dont, au fond, se compose le noyau des comètes) nous montre qu'elles ne contiennent que des éléments terrestres que l'on rencontre dans la plupart des minéraux, dont résultent les roches de notre planète. La matière qui compose les astres du monde entier serait-elle tout à fait identique à celle dont résulte notre globe? Mais déjà dans les planètes les plus reculées de notre système on rencontre — par l'examen spectral de leur lumière (qui n'est pas simplement de la lumière du Soleil réfléchie) — des substances qu'on ne trouve pas sur la Terre! Comment pourrait-on admettre que des astres venant des espaces interstellaires se composent exclusivement des matériaux les plus répandus dans notre globe?

Et si l'on invoque l'argument des orbites ouvertes — surtout des orbites hyperboliques — que l'on a rencontrées dans quelques-uns de ces astres, on pourrait répondre que la théorie nous fait voir avec quelle facilité, par suite des perturbations, les orbites fermées se transforment en orbites ouvertes. Allons! l'infini physique n'est pas l'infini des mathématiciens.

Jean Boccardi,
Correspondant du Bureau des Longitudes.

L'HYDROGÈNE MATIÈRE PREMIÈRE DE LA GRANDE INDUSTRIE CHIMIQUE CONTEMPORAINE

L'hydrogène découvert il y a un siècle et demi est, depuis 1783, utilisé au gonflement des aérostats. Son emploi comme combustible dans le chalumeau oxhydrique préconisé par Sainte-Claire Deville, a toujours été très limité et les applications de ses propriétés réductrices ne représente pas non plus une bien grande consommattion. De sorte que l'industrie du plus léger des gaz n'eût donné lieu à la construction d'aucune grande usine si la découverte de toute une série de produits de synthèse dont la fabrication a pris en quelques années un essor prodigieux, n'était venue tout bouleverser et placer l'hydrogène au rang des produits intermédiaires de première importance.

Les travaux de Sabatier sont à l'origine de ce développement. Parmi les nombreuses hydrogénations catalytiques de doubles liaisons dont ce savant a montré la possibilité, celle des acides gras contenus dans les huiles de poissons est particulièrement importante du point de vue industriel car elle transforme ces liquides en graisses dont la valeur marchande est supérieure. Mais cette application, si intéressante soit-elle, ne représente qu'une consommation d'hydrogène négligeable comparée à celle qu'a nécessitée la préparation synthétique de l'ammoniac quelques années après les premières expériences de Haber. Cet emploi indirect de l'hydrogène en agriculture l'a fait passer de la petite à la grande industrie.

Et voici que des usines sont construites dans tous les pays pour transformer les combustibles solides en liquides. Grâce à ce même hydrogène qui nous a permis de solidifier l'huile de requin, nous pouvons, d'après Ipatieff et Bergius, liquéfier la houille et le lignite.

Le tableau suivant résume les diverses applications de l'hydrogène en tenant compte de l'importance relative de chacune d'elles.

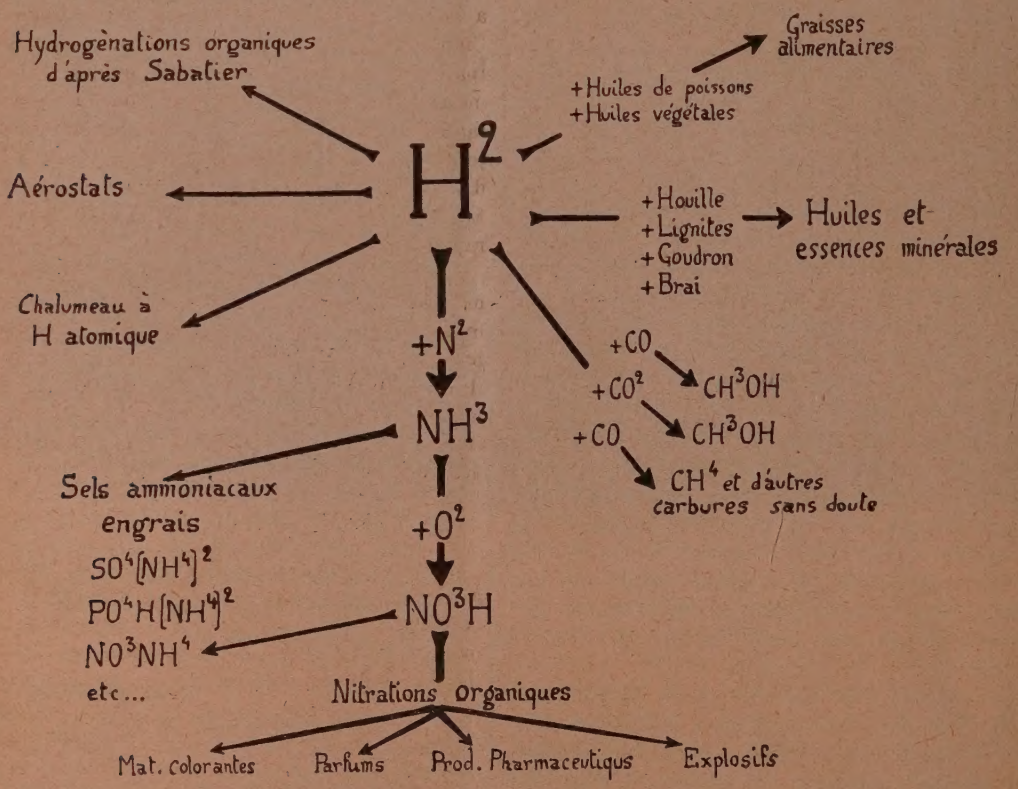

Fig. 1.

Cela nous montre l'intérêt primordial que présente la préparation de l'hydrogène et ses répercussions sur l'industrie des engrais, des explosifs et des combustibles liquides.

Laissant de côté les préparations dont le prix élevé restreint les applications à l'aéronautique nous allons passer rapidement en revue les divers procédés utilisés ou utilisables dans la grande industrie en insistant un peu sur ceux qui sont le moins connus.

On peut répartir ces préparations en trois groupes :

1° Electrolyse de l'eau;

2° Décomposition de l'eau par les métalloïdes ou les métaux, phosphore, fer, carbone;

3° Extraction des gaz de fours à coke.

Electrolyse.

L'électrolyse de l'eau en milieu alcalin présente de gros avantages. Les appareils sont simples et ne nécessitent qu'une main-d'œuvre réduite. L'hydrogène obtenu ne contient d'autre impureté qu'un peu d'oxygène facile à éliminer et qui, du reste, ne gêne en aucune manière dans le cas de la synthèse de l'ammoniac. Plusieurs constructeurs se partagent le marché parmi eux : Schmidt (Suisse), Garuti (Italie), Knoles (Angleterre), etc. Il faut dépenser, au minimum, 6 kwh 2 par mètre cube d'hydrogène, et comme le volume du gaz obtenu éloigne toute possibilité de stockage, il n'est guère possible d'utiliser du courant de nuit à prix réduit. Par conséquent le prix du mètre cube dépasse presque toujours 0 fr. 50; prix élevé par rapport à celui obtenu par les autres procédés. Si encore on avait l'emploi de tout ou partie de l'oxygène obtenu en même temps, cela diminuerait le prix de revient, mais par exemple pour 34 tonnes d'ammoniac on obtient 48 tonnes d'oxygène que l'on envoie en général intégralement dans l'atmosphère.

Néanmoins, dans les régions éloignées de tout combustible et où l'on dispose de houille blanche la décomposition de l'eau par le courant électrique reste la plus avantageuse des préparations de l'hydrogène. L'Italie n'en connaît pas d'autres, les usines d'ammoniac de la Société des phosphates tunisiens dans les Pyrénées et en Dalmatie l'utilisent sur une grande échelle. C'est également le procédé qui s'applique le mieux aux petites installations.

Dans la plupart des applications modernes, l'hydrogène est utilisé sous pression, et même sous pression élevée. Si l'on opérait en vase clos la pression s'élèverait d'elle-même et l'on éviterait les compresseurs dispendieux. Cela a été essayé de divers côtés, sans grand succès semble-t-il. Une cellule fonctionnant sur ce principe est difficile à construire, et l'économie réalisée d'un côté sur la compression est compensée par une dépense plus grande d'électricité, la résistance de l'électrolyte et la force électromotrice de décomposition augmentent avec la pression.

Décomposition de l'eau par le phosphore.

L'un des avantages que présente la décomposition de l'eau par le phosphore est l'utilisation de l'oxygène qui s'unit au métalloïde pour former l'acide phosphorique. Le chimiste suédois Liljenroth a étudié cette question et vendu ses brevets à l'I. G. en 1928. Il opère en phase gazeuse vers 600° en faisant passer le mélange des vapeurs sur divers catalyseurs :

$$2P + 5H^2O \rightarrow P^2O^5 + 2{,}5H^2.$$

Malheureusement, jusqu'ici on n'a pas pu trouver de métal résistant au mélange de phosphore et d'acide phosphorique à 600°.

Les appareils sont vite hors d'usage. Ipatieff et Nicolajew en opérant en autoclave vers 300° seulement ont réalisé la réaction d'oxydation en milieu liquide. Dans ces conditions on peut utiliser des ferro-alliages qui ne sont pas attaqués. L'hydrogène est obtenu sous pression, ce qui est avantageux. En collaboration avec Dominique Claude et n'ayant pas connaissance du brevet Ipatieff qui n'était pas encore publié, j'ai moi-même obtenu vers 300° l'oxydation du phosphore liquide par une solution d'acide phosphorique qui joue le rôle de catalyseur en passant à l'état d'acide phosphoreux lui-même réoxydé par l'eau. La réaction devient ainsi de 5 à 10 fois plus rapide [1].

Lorsqu'il sera possible d'extraire économiquement le phosphore du phosphate tricalcique à la mine, le procédé de préparation de l'hydrogène par ce métalloïde deviendra très avantageux car il diminuera considérablement les frais de transport et permettra d'obtenir les 5/6 du gaz nécessité par la préparation du phosphate diammonique $PO^4(NH^4)^2H$.

Décomposition de l'eau par le fer.

Beaucoup de métaux, les uns à froid, les autres à des températures plus ou moins élevées, décomposent l'eau en s'emparant de l'oxygène et mettant l'hydrogène en liberté. Un seul est utilisé industriellement : le fer, peu coûteux et dont les oxydes sont facilement ramenés à l'état de métal par n'importe quel gaz réducteur : gaz à l'air, gaz à l'eau, gaz de houille, etc... On part de

1. *Chimie et Industrie*, vol. XXV, p. 350, 1931.

minerai et opère entre 800 et 1.000° en deux temps qui se répètent indéfiniment :

1° phase de réduction où les gaz sont, en général, perdus ;

2° phase d'oxydation qui fournit de l'hydrogène.

Ce procédé est ancien, il a été diversement perfectionné ces temps derniers par Lane, Messerschmitt, La Bamag, L'Oxhydrique Française, etc... Le prix de l'hydrogène ainsi préparé dépend essentiellement de celui du gaz utilisé pour la réduction. Dans les centres métallurgiques ou miniers où l'on dispose de gaz de fours à coke (4.000 calories) à 8 ou 10 centimes, l'hydrogène ne revient guère qu'à 25 ou 30 centimes le mètre cube. On compte en général 1 m.c. 5 de gaz de fours pour l'hydrogène.

Extraction de l'hydrogène du gaz à l'eau.

En utilisant le gaz à l'eau comme réducteur le prix de revient est, en général, plus élevé ; mais il y a mieux à faire avec ce dernier. On sait qu'il est constitué par un mélange à volumes égaux (au moins théoriquement) d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Sa réaction de préparation est endothermique

$$C + H^2O \rightleftarrows CO + H^2 - 28{,}6 \text{ cal.}$$

mais cependant très facile à réaliser au rouge, il suffit de fournir les calories nécessaires.

On conçoit qu'un semblable mélange gazeux constitue une matière première merveilleuse pour la préparation de l'hydrogène. On a, par exemple proposé de séparer l'oxyde de carbone par liquéfaction, ou par dissolution à basse température dans un solvant convenable (G. Claude). Il sert parfois de réducteur dans le procédé au fer et en opérant à température peu élevée on peut arriver à transformer l'oxyde de carbone en acide carbonique sans toucher à l'hydrogène. En Allemagne, dans les usines d'ammoniac de l'I. G. (ancienne B. A. S. F.), on utilise un procédé catalytique qui peut être considéré comme dérivé du procédé au fer, les réactions de réduction et d'oxydation étant simultanées :

$$Fe^3O^4 + 4CO \rightleftarrows 3Fe + 4CO^2 \quad + 5{,}^c5$$

$$3Fe + 4H^2O \rightleftarrows Fe^3O^4 + 4H^2 \quad + 33^c{,}7$$

au total : $4CO + 4H^2O \rightleftarrows 4CO^2 + 4H^2 + (4 \times 9{,}8)$ calories

le fer, pur ou additionné d'autres métaux, joue donc le rôle de catalyseur d'oxydation de CO par la vapeur d'eau. Comme il s'agit d'un équilibre on obtient, après condensation de la vapeur d'eau, un mélange d'hydrogène, d'acide carbonique et d'oxyde de carbone. La loi d'action de masse nous indique que, pour avoir une proportion de ce dernier gaz ne dépassant pas 1 à 2 %, il convient d'utiliser un grand excès de vapeur d'eau, il faut donc récupérer aussi complètement que possible les calories au moyen d'échangeurs, pour que le prix de revient ne soit pas trop élevé.

L'acide carbonique est éliminé par dissolution dans l'eau sous pression et le gaz purifié complètement par des lavages à divers réactifs. L'avantage sur le procédé au fer proprement dit est, outre la continuité, la température moins élevée : 500° environ au lieu de 1.000°. L'inconvénient est la dépense élevée en vapeur d'eau. Le prix de revient doit être voisin de 30 centimes, il est nettement inférieur si l'on a l'emploi de l'acide carbonique par exemple pour préparer de la soude Solvay ou le sulfate d'ammoniaque.

Fractionnement du gaz de fours à coke.

Le gaz provenant de la distillation de la houille renferme presque toujours autant et parfois plus d'hydrogène que le gaz à l'eau. Grâce à une récupération de plus en plus poussée des calories, autrefois perdues, certaines cokeries disposent d'un excès important de gaz auquel on a cherché des applications. La réduction de l'oxyde ferrique, dans le procédé au fer, en est une ; mais il a paru plus avantageux de séparer directement l'hydrogène par liquéfaction des gaz qui l'accompagnent et qui tous sont moins volatils que lui. Le premier brevet relatif à cette question semble être celui de Bronn (D. R. P., 301.984, 1914) qui fut exploité sur une petite échelle par les soins de la Société Linde.

Vers la fin de la guerre, Casale, en Italie et Claude, en France, ont étudié la même question. Dès 1925, la Société l'Air Liquide installait, en Belgique, une première usine capable de traiter 80.000 mètres cubes par jour. Vinrent ensuite les usines de Béthune, de Waziers et de Saint-Etienne. Par conséquent l'Allemagne a la priorité de l'idée et la France celle de la réalisation, ce qui est malheureusement assez rare.

En soumettant à la distillation des houilles plus ou moins grasses, des anthracites et des lignites, on obtient des gaz très différents par la proportion relative de leurs constituants. Paul Lebeau a même obtenu avec certains anthracites des proportions d'hydrogène dépassant 90 %.

Toutefois, ce qu'il faut obtenir tout d'abord, c'est du coke métallurgique de qualité uniforme, pour cela on a été amené à distiller des mélanges de deux ou plusieurs houilles fournissant une

moyenne de 20 à 22 % de matières volatiles, ce qui, en même temps, régularise dans une certaine mesure la composition du gaz.

Voici l'analyse d'un gaz de bonne qualité dont le pouvoir calorifique est de 4.680 calories.

Constituants	Pour 100 en volume	Temp. Ebullition.
Hydrogène	49,3	— 253°
Méthane	26,6	— 164°
Azote	13,7	— 195°
Oxyde de carbone	6,6	— 190°
Ethylène	1,6	— 103°
Ethane	1	— 84°
Propylène	0,7	— 51°

La différence des températures d'ébullition montre la possibilité de procéder à un fractionnement à basse température. Encore faut-il que l'opération soit rémunératrice et pour cela les échanges de frigories entre les gaz entrant et sortant doivent être réalisés d'une manière aussi parfaite que possible.

Après compression sous 10 kgs d'après Linde, 20 à 25 kgs d'après Claude, le gaz de four est lavé, débenzolé et séché avant son passage dans les divers échangeurs à contre-courant et dans les refroidisseurs utilisant la chaleur de vaporisation des gaz liquéfiés qui sont représentés schématiquement sur la figure 2. Le trajet principal des gaz effectué sous une pression de 10 kgs est figuré par un trait plein, les circuits secondaires qui se trouvent à la pression atmosphérique sont indiqués en pointillé.

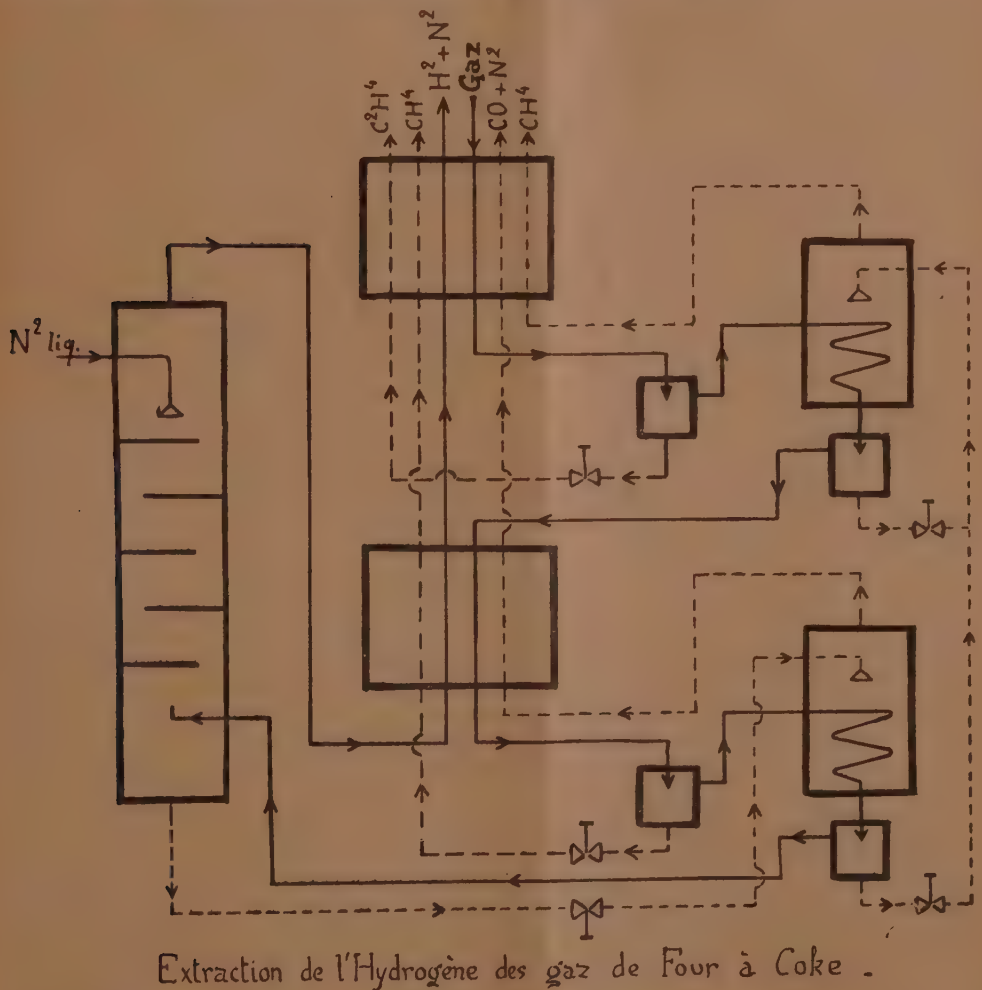

Fig. 2.

Les deux rectangles de la partie centrale de la figure sont les échangeurs de température, ceux de droite les évaporateurs dans lesquels la chaleur de vaporisation des fractions condensées tout d'abord est utilisée pour liquéfier les parties plus volatiles maintenues sous pression. Enfin, à gauche est représentée une colonne à plateaux où l'hydrogène gazeux impur est lavé par de l'azote liquide.

Les indications C^2H^4, $CH^4(CO + N^2)$ signifient simplement que les fractions ainsi désignées sont riches en éthylène, méthane, oxyde de carbone + azote.

Les installations actuellement en service ne permettent pas d'isoler des corps à l'état de pureté. Si cela devenait nécessaire il serait possible de pousser plus loin le fractionnement mais au prix d'une complication plus grande de l'appareillage. Il importe surtout que l'hydrogène obtenu soit exempt de carbures et d'oxyde de carbone. L'azote ne gêne pas, en général, il est même nécessaire lorsqu'on destine l'hydrogène à la synthèse de l'ammoniac, c'est pourquoi non seulement on ne cherche pas à l'éliminer mais encore on procède à un lavage final à l'azote liquide qui entraîne les dernières traces d'oxyde de carbone dont la température d'ébullition est 5° plus haut.

En partant de 2 m³ de gaz de cokerie, dont nous avons donné plus haut la composition, on arrive facilement à séparer 1 mètre cube d'hydrogène. Mais comment va-t-on utiliser les trois autres fractions qui représentent au total un volume supérieur? Il est possible que dans un avenir plus ou moins éloigné on soit amené à les transformer chimiquement en divers produits organiques. Les usines de l'Air Liquide sont déjà entrées dans cette voie en hydrolysant en alcool éthylique, la faible proportion d'éthylène que renferme le gaz. Le principe de la réaction utilisée à cet effet a été découvert par Berthelot il y a déjà une quarantaine d'années. On prépare de cette manière 5.000 litres d'alcool par jour aux mines de Béthune et 12.000 à Ougré-Marihaye en Belgique. Cette transformation ne réduit que d'une quantité insignifiante le volume disponible à utiliser. Jusqu'ici on s'est contenté de mélanger de nouveau ce que l'on avait séparé avec tant de soins et de le vendre comme combustible. Voici du reste la composition moyenne de ces diverses fractions, obtenues à l'aide du gaz de fours mentionné plus haut :

Fraction C^2H^4		Fraction CH^4		Fraction CO	
—	%	—	%	—	%
Ethylène	30,6	Méthane	74,4	Oxyde carbone	18
Propylène	6,1	Ethane	1,9	Oxygène	2
Ethane	30,6	Oxygène	1,2	Méthane	6,9
Méthane	30,6	Oxyde carbone	9,6	Azote	73,1
Oxyde carbone	2	Hydrogène	4,2		
		Azote	8,7		
Pouvoir calorifique		Pouvoir calorifique		Pouvoir calorifique	
14.060		7.700		1 200	

Le nouveau gaz possède un pouvoir calorifique très élevé, bien supérieur à ce qu'il était précédemment car on l'a amputé de sa partie la plus pauvre : l'hydrogène dont le pouvoir calorifique inférieur n'est que de 2.603 calories par mètre cube, le méthane donnant 9.460 calories.

Plus un produit est riche ou concentré, plus il supporte aisément les frais de transport, le gaz n'échappe pas à cette loi. La cokéfaction de la houille à la mine et la distribution du gaz sous pression jusqu'à deux ou trois cents kilomètres se généralise de plus en plus en Allemagne.

Or, dans le cas étudié, si on laisse de côté la fraction intitulée $CO + N^2$ qui est pauvre en calories (1.200 environ au m³) et que l'on peut utiliser sur place au chauffage des fours, on a par mélange des autres fractions, un gaz sec rigoureusement dégoudronné et débenzolé possédant un pouvoir calorifique de plus de 8.000 calories par mètre cube et correspondant au total à 70 pour 100 du pouvoir calorifique initial. Son transport à distance est facile sous une pression d'une trentaine de kilos qui n'occasionne plus aucune condensation de produits liquides.

En tenant compte de ce fait en admettant même qu'il n'y ait pas d'autres sous-produits, l'ingénieur Borchardt [1] a calculé que le mètre cube (ramené à la pression atmosphérique) d'hydrogène mélangé d'azote, revient à environ 28 centimes en comptant le gaz initial à 10 centimes.

On tourne donc toujours autour des mêmes prix de revient; mais dans le cas présent il faut tenir compte de la grande pureté du produit obtenu et de sa pression de 10 kgr. qui représente une fraction appréciable de la dépense nécessitée pour la compression définitive puisque le travail de compression isothermique augmente seulement avec le logarithme de cette pression.

Transformation du méthane en hydrogène.

Le procédé par liquéfaction appliqué dans de bonnes conditions peut fournir, comme nous l'avons vu, un volume d'hydrogène égal à 40 ou 43 pour 100 de celui du gaz de fours.

Un autre procédé permet d'obtenir un rendement bien supérieur, voire même de dépasser largement le volume dont on est parti.

Ce résultat, en apparence paradoxal, est obtenu par l'oxydation catalytique du méthane par la vapeur d'eau en excès :

$$CH^4 + 2H^2O \rightleftarrows 4H^2 + CO^2$$

comme d'autre part l'oxyde de carbone fournit son volume d'hydrogène par la réaction décrite plus haut nous pouvons avoir un volume d'hydrogène égal à 150 pour 100 du volume initial. Il est douteux que cela soit applicable en dehors du cas spécial de l'hydrogénation des houilles où la pureté du gaz n'est pas indispensable.

1. Ph. Borchardt. *Gas und Wasserfach*, 562 (1927).

Du choix d'un procédé.

Si l'on avait à choisir entre les procédés qui viennent d'être sommairement décrits il est bien évident qu'il faudrait tenir compte non seulement de l'usage auquel on destine l'hydrogène mais encore de la situation géographique de l'usine.

Bien que l'électrolyse de l'eau se présente en général comme trop onéreuse, sa simplicité, sa souplesse, la pureté du gaz qu'elle fournit la font en général adopter pour des installations peu importantes par exemple dans le cas de l'hydrogénation des huiles.

Dans les pays dépourvus de combustible, mais possédant des chutes d'eau, l'Italie, par exemple, la synthèse de l'ammoniac se fait exclusivement avec de l'hydrogène électrolytique.

En France comme dans tous les autres pays l'industrie de l'hydrogène a été liée jusqu'ici à celle de l'ammoniac dont nous préparons au moins 60.000 tonnes par an.

Les nombreux procédés de synthèse entre lesquels l'industriel a l'embarras du choix : Haber, Claude, Casale, Fauser, etc... préconisent chacun un appareil à hydrogène basé sur l'un des principes que nous avons indiqués.

Cependant on peut dire que la tendance actuelle est à l'utilisation de gaz de cokerie, d'abord parce qu'il y a encore beaucoup de gaz perdu, ensuite parce qu'il y aurait grand intérêt à distiller une plus grande proportion de houille.

Néanmoins cette source d'hydrogène n'est pas illimitée. Si nous prenons une tonne de houille moyenne, que nous la distillions, nous aurons environ 2 kgr. d'ammoniac que l'on peut récupérer dans les produits condensés et dans les gaz.

L'hydrogène séparé du gaz par liquéfaction fractionnée fournira environ trente fois plus d'ammoniac, mais si l'on utilise le coke seul en passant par le gaz à l'eau suivant le procédé allemand on obtiendra un poids six cents fois supérieur : 1.200 kgr. par tonne de houille primitive, en admettant que l'énergie dépensée pour la production de vapeur, la force motrice, etc. ne soit pas prélevée sur cette tonne.

Ce procédé au gaz à l'eau est utilisé à l'usine de l'Office National de l'Azote, à Toulouse, qui grâce à une direction énergique et éclairée et malgré une position géographique imposée surtout par des considérations de défense nationale, rend et rendra encore longtemps il faut l'espérer, pendant la paix, les plus grands services à l'agriculture méridionale.

Acide nitrique.

Une proportion de plus en plus grande de l'ammoniac préparé par synthèse est transformée en acide nitrique par combustion. De sorte que en définitive nous extrayons à grands frais l'hydrogène de l'eau pour le brûler et par conséquent le retransformer en eau.

Cela peut paraître illogique, c'est pourtant à l'heure actuelle le procédé le plus économique pour faire la synthèse de l'acide nitrique. Même la Norvège a à peu près renoncé au procédé par oxydation directe de l'azote. Il n'en est pas moins certain que le jour ou l'on arrivera à combiner l'azote et l'oxygène sans passer par l'ammoniac notre capacité de production en hydrogène sera beaucoup trop grande.

Pétroles synthétiques.

Peut-on envisager l'utilisation de tout ou partie des installations existantes pour une autre grande industrie?

Cela est certain. Si les hydrogénations de produits organiques, l'obtention de la tétraline, de l'hydrophénol, voire des graisses synthétiques, ne représentent qu'une consommation minime d'hydrogène et ne paraissent pas susceptibles d'un grand développement; la synthèse de l'alcool méthylique, d'après Patard, pourrait en absorber beaucoup plus, puisqu'un procédé du même genre a permis à l'I. G. de préparer à un moment donné près de 50 tonnes par jour à partir de l'oxyde de carbone, sous-produit de la purification de l'hydrogène. Mais ce n'est encore rien à côté de ce que pourrait représenter la transformation des houilles, lignites, brais et goudrons, en combustibles liquides et lubrifiants[1]. Plusieurs procédés qui avaient fait naître bien des espérances n'ont pas donné ce que l'on en attendait. Il est vrai que le prix des pétroles est tombé à environ le tiers de ce qu'il était à l'époque des premiers travaux de Bergius.

En Allemagne, où l'on a pratiqué pendant quelque temps l'hydrogénation sous pression, des lignites bruts finement pulvérisés et mis en pâte fluide avec de l'huile provenant d'une opération précédente (procédé Mittasch et Zorn de l'I. G.), on préfère aujourd'hui l'hydrogénation des goudrons primaires en présence de divers catalyseurs, ce qui fournit un combustible liquide riche en produits légers.

La tendance en Angleterre est tout autre car l'Imperial Chemical Industries Ltd. étudie activement l'hydrogénatiton directe de la houille (sous 250 atm.) et songerait à installer à Billingham avec l'aide de l'I. G. une importante usine capable de transformer annuellement 760.000 tonnes de houille en 210.000 tonnes de pétrole. Ce qui entre au-

1. Ipatief. *C. R. VIIIe Congrès chim. ind.*, p. 115, 1928.

tres avantages procurerait du travail à 5 ou 6.000 chômeurs [1].

En France, les savants et les industriels ne sont pas restés inactifs, plusieurs procédés ont été étudiés : Audibert, de la Société Nationale de Recherches pour les combustibles liquides, hydrogène des goudrons primaires. Hugel [2] à l'Ecole Nationale du Pétrole et des Combustibles liquides de Strasbourg, s'est attaqué aux brais, il les transforme en huiles avec un très bon rendement sous une pression peu élevée, grâce à l'emploi de l'hydrure de sodium comme catalyseur.

Il est impossible de prévoir dans quel avenir la transformation des combustibles solides en pétrole présentera un caractère d'absolue nécessité. Cela dépend des réserves minières dont dispose l'humanité et sur lesquelles sont publiés périodiquement les renseignements les plus contradictoires.

Une chose est certaine : nous ne serons pas pris au dépourvu et à condition que les gisements de houille et de lignite ne soient pas eux-mêmes épuisés nous saurons nous procurer des carburants liquides dont le prix dépendra en grande partie de celui de l'hydrogène. Cela montre une fois de plus l'importance de la préparation économique de ce gaz, et c'est pourquoi j'ai tenu à en indiquer à grands traits les conditions actuelles.

L. Hackspill,
Professeur à l'Université de Strasbourg.

1. *Fuel*, 10, 481, 1932.
2. *C. R- VIII^e Congrès de chim. ind.*, p. 128, 1928.

LA VOIE AÉRIENNE

Le risque de guerre est dans nos pensées. L'Aviation évoque des combats héroïques, de lâches bombardements, les gaz, l'incendie, lugubres perspectives. Cependant la conquête de l'air s'étend aussi sur le plan pacifique; le commerce aérien, d'ores et déjà considérable, se développe sans cesse. En examinant le tableau de ce nouveau trafic, on peut prévoir l'avenir pour en tirer d'utiles conclusions. Puisse cette étude entraîner des vocations, au moins à titre de passagers.

Le port aérien de Paris

Le port aérien du Bourget, ouvert à la navigation commerciale en 1922, ne fut fréquenté, dans cette année d'inauguration, que par 400 passagers; l'année dernière, il enregistra 60.000 voyageurs environ avec leurs bagages, sans compter les courriers postaux et les messageries.

La gare de l'Air au Bourget, fonctionne comme une grande gare de chemin de fer avec des horaires *fixes:* les avions partent et arrivent à l'heure dite, cela régulièrement. Les exceptions à cette règle ne sont pas plus fréquentes que celles qu'on déplore sur les réseaux ferroviaires; elles sont toujours dues à des temps exceptionnellement défavorables.

Quoique le brouillard soit, en réalité, un aléa vraiment inquiétant de la navigation aérienne (comme il l'est, d'ailleurs, de la navigation maritime et des transports sur rail ou sur route), *aucun* accident n'est survenu dans les dépendances du Port aérien depuis sa création.

Le poste de secours aménagé comme un hôpital, avec salle d'opération chirurgicale moderne, n'a jamais servi... du moins pour les voyageurs aériens. En revanche, cette clinique, voisine d'une grande route, ne manque pas de recevoir un certain nombre d'éclopés et même de victimes pantelantes de la circulation automobile. On peut donc affirmer — qu'au Bourget, tout au moins — le nombre des blessés et des morts est infiniment moindre pour l'aéronautique commerciale, qui n'en a pas, que pour le tourisme automobile.

La clinique en question sert aux inspections médicales très sérieuses que subissent, tous les six mois, les pilotes des lignes commerciales.

Ce poste de secours-hôpital est aussi un centre d'études et d'entraînement pour les pilotes voulant battre les records d'altitude. On y monte, si l'on veut, à 13.000 m. d'altitude,... du moins on y trouve dans un caisson cylindrique, spacieux, étanche, fort solide, les conditions de froid et de raréfaction de l'air qui règnent en ces hautes altitudes. Des médecins assistent les patients, comme eux pourvus de masques respiratoires et de vêtements chauffés à l'électricité. Cet appareil est le contraire d'une cloche hydraulique ou d'un scaphandre. On y réalise des dépressions de 4 cm. de mercure au total, hauteur restante de la colonne barométrique à 40 km. dans le ciel. Divers animaux, lapins, oiseaux, ont ainsi subi les effets de la raréfaction de l'air jusqu'à 20.000 m. d'altitude, avec des vitesses de montée et d'atterrissage (ou du moins, ce qui revient au même, de variations correspondantes de pression) tout à fait vertigineuses : 5.000 m. en 4 minutes. Ces êtres ne paraissent

pas avoir souffert, les oiseaux ont continué leurs chants.

Encore plus surprenante, est la vitesse de l'ascension imaginaire d'un jeune docteur : 5.000 m. en 4 minutes, performance obtenue après quelques épreuves préparatoires seulement. Les perforations du tympan dans la descente, les perturbations de la circulation sanguine dans la montée que certaines théories tendaient à prouver, ne sont donc pas à redouter, même pour des vitesses vertigineuses, inimaginables, même en chute verticale.

***

Puisque nous sommes au port du Bourget, achevons notre visite pour connaître, à peu près, un port aérien moderne.

Au bord du terrain d'atterrissage, on voit, tout de suite, un pavillon central avec bureaux, restaurant, douane, etc..., comme dans n'importe quelle gare de voyageurs. D'une terrasse, un haut-parleur annonce au public et aux employés les arrivées et les départs. D'autres pavillons, affectés à l'agence Havas et aux grandes compagnies aériennes françaises et étrangères, forment comme le noyau d'une cité nouvelle.

***

On doit signaler, dans ce groupe central du Port (on pourrait ne pas les remarquer), deux bâtiments modestes, qui ne sont pas sans importance : la Météorologie, le Laboratoire d'essais.

M. Leroy, le distingué météorologiste, ancien pilote, nous a fait plusieurs fois les honneurs de la station qu'il dirige. Nous voudrions en exposer tous les rouages pour montrer les commodités et les sûretés qu'elle offre aux navigateurs. Signalons au moins les principaux renseignements qu'elle tient constamment à la disposition des pilotes sur des cartes où ils peuvent, d'un coup d'œil; voir l'état du ciel sur la ligne qu'ils vont prendre.

L'une des cartes donne, à l'aide de vignettes colorées munies de petites plaques mobiles : l'état de l'atmosphère; la visibilité; la hauteur des nuages et la *nébulosité* à cette hauteur.

L'autre carte porte, sur les principales stations, des flèches donnant la *direction* et la *force* des vents à 200, 500, 1.000 et 2.000 m. d'altitude.

Tout cela tenu à jour, toutes les trois heures environ, complété par les prévisions météorologiques générales, permet d'entreprendre, d'un cœur léger, n'importe quel voyage en Europe, avec tous les renseignements qu'on peut souhaiter. L'anxiété ne règne plus qu'à l'ouest. Les voyages vers l'Amérique resteront, en effet, incertains tant qu'on n'aura pas installé de postes d'observation dans l'Océan Atlantique.

A l'entrée de la gare aérienne du Bourget un monument est consacré au souvenir de ceux qui ont essayé la traversée, Nungesser et Coli, et de celui qui, le premier, a réussi, Lindbergh. Dans quelques années, le port du Bourget aura des aéronefs pour New-York, comme il en a actuellement pour Londres, Amsterdam, Stockholm, Berlin, Prague, Moscou, Genève, Vienne, Belgrade, Constantinople, Marseille, Alger et l'Extrême-Orient.

***

Le second pavillon est le laboratoire du Bureau Véritas avec ses machines d'essais des appareils de bord et des matériaux : aciers, alliages divers, bois, toiles, vernis et enduits.

Ce laboratoire est à la *disposition du public*. Les Compagnies de navigation y font vérifier leurs instruments. Le Bureau Véritas, conseiller technique des Sociétés d'assurances contre les accidents, y contrôle la qualité des matériaux sur des éprouvettes prélevées dans les ateliers des compagnies, ateliers qui occupent plusieurs centaines d'ouvriers dans des hangars spacieux.

***

A côté de ces hangars des grandes compagnies aériennes, nous voyons un hangar pour les avions de *tourisme*, de plus en plus nombreux, surtout le samedi à la belle saison. Certains avions particuliers sont d'ailleurs aussi des avions de commerce où le voyageur transporte sa marchandise ou ses échantillons d'une ville à l'autre. L'air permet des liaisons très rapides et très économiques : l'existence de ces voyageurs de commerce aériens le prouve. Comme exemple de trafic effectué par cette voie céleste, citons la vente des stylos.

***

Du terrain lui-même, nous n'avons encore rien dit. C'est un vaste triangle bien balisé le jour et la nuit, comportant une aire d'atterrissage de 150 hectares, dont une portion est constituée d'ailleurs par un revêtement bétonné de 50 cm. d'épaisseur, ce qui prouve, en passant, que l'on a fait largement les choses, — de ce côté-là du moins — car notre aviation commerciale ne se présente pas toujours aussi avantageusement qu'on le souhaiterait en face des appareils de la concurrence.

Nous avons vu, par exemple, arriver de Croydon (Londres), à quelque quart d'heure d'intervalle, l'avion géant anglais de 2.200 chevaux avec une trentaine de passagers (le plein serait 40) et l'avion

français, moins puissant et moins fréquenté bien entendu. Ce dernier semble un parent pauvre. Pourtant cet avion, qui ne nous fait pas honneur en apparence, va aussi vite et plus régulièrement même que l'avion magnifique, lequel, paraît-il, a renoncé à partir certains jours où l'avion français a fait son service. Mais la splendeur, la grandeur, le confortable attirent la clientèle ; nous devons donc souhaiter des progrès en ce sens.

***

Le Gouvernement français vient d'ailleurs d'être bien inspiré. A une seule exception près, *toutes* les lignes subventionnées n'avaient une concession que pour six mois. Elles étaient, pourrait-on dire, comme l'oiseau sur la branche. Comment pouvaient-elles, dans ces conditions de précarité, faire des prévisions, des transformations et des améliorations? C'est merveille qu'elles aient continué à progresser quand même. Elles tiennent maintenant leurs concessions pour dix ans.

Avant que ce temps soit révolu, il faudra certainement agrandir le port du Bourget.

La crise mondiale n'atteint pas l'aviation, chaque jour marque un progrès commercial, un perfectionnement technique ou une nouveauté scientifique applicable au domaine de l'air.

***

Avant de passer en revue l'Aéronautique civile et commerciale, il est à peine besoin de remarquer que tous les avions peuvent être utilisés à la guerre, notamment les avions gros porteurs et les avions rapides pour les bombardements dans des rayons qui dépendent du temps et de la charge utile : passagers, combustible, bagages.

Nous ne considérons cependant la question que du point de vue strictement civil, car nous sommes sûrs que le commerce et l'agrément suffisent à assurer le progrès de l'aviation et le succès financier d'entreprises, qui ne peuvent encore actuellement voler de leurs propres ailes. Le moment approche où ces compagnies ne devront plus rien aux Etats et atteindront, sous le régime de la liberté et de l'indépendance, un haut degré de perfection.

TENDANCES GÉNÉRALES

Le tableau des avions et des moteurs existants en 1932 contient un grand nombre de types et de modèles et surtout de combinaisons entre cellules et moteurs. Encore ne fait-il pas état des nombreux prototypes qui vont sortir — et sans doute voler — attestant la vitalité française, catalysée par l'impulsion de nos services techniques.

Devant cette multiplicité de solutions, on pourrait être tenté de s'exagérer le progrès réalisé : une gamme aussi étendue paraît, *a priori*, capable de donner satisfaction à tous les problèmes commerciaux.

Une telle conclusion serait excessive. En effet, si l'on pouvait classer chaque appareil selon ses mérites, les premiers du concours, dans chaque catégorie d'utilisation ne manqueraient pas d'éliminer les autres. Or, ce classement que nous ne pouvons faire s'accomplira forcément sous le régime de la libre concurrence; la loi naturelle de la sélection jouera en cette matière encore plus vite que dans les autres domaines, les médiocres disparaîtront et même les plus avancés seront combattus par des modèles plus perfectionnés encore, qui ne manqueront pas de surgir, notamment si les moteurs à injection d'huile lourde deviennent tout à fait pratiques.

Il est bien difficile, en une branche aussi vivante, de prévoir un état relativement stable (la stabilité des types représenterait la perfection), mais nous pouvons cependant, envisager l'avenir, d'après les besoins de la clientèle.

***

Nous aurons d'abord une série d'avions civils de *tourisme* correspondant aux voitures automobiles du temps présent. Ce seront des avions légers, de faible consommation, faciles à loger à terre, et à manœuvrer en l'air. Endurants, solides, bien stables, leurs moteurs seront relativement faibles, capables toutefois d'assurer le vol dans une tempête soudaine. En l'état actuel des constructions, il faut, au moins, une puissance de 80 chevaux-vapeur.

Autre condition de l'aviation de tourisme, l'atterrissage facile. A ce point de vue, l'avenir semble aux avions, dits *autogyres*, qui peuvent se poser facilement sur un terrain très réduit. Nous avons vu en Amérique, de nombreux appareils de ce type et nous connaissons des tentatives françaises qui donnent de l'espoir.

Une ingénieuse combinaison d'une voilure fixe et d'une voilure tournante active, le *clinogyre*, vient d'accomplir d'heureux vols.

Une autre classe intéressante d'avions comprend les *appareils de transport en commun* entre des villes relativement rapprochées. Cette classe comprend deux catégories : les avions à passagers, qui doivent être multimoteurs pour la sécurité; les avions à messageries et les avions postaux, qui peuvent ne comprendre qu'un moteur, solution jusqu'à présent préférable au point de vue du rendement aérodynamique.

***

Nous pouvons ranger dans une troisième classe, les avions au *long cours*, tels que sont les appareils des lignes continentales. Il s'agit ici, de pouvoir transporter 40 à 60 passagers avec des messageries à une vitesse *commerciale* de 200 kilomètres à l'heure, ce qui implique plusieurs moteurs d'une puissance totale de 2.000 à 3.000 chevaux.

Ces avions ne peuvent fonctionner qu'après aménagement de ports, de terrains, d'ateliers de réparation et d'un système complet de balisage lumineux et hertzien et d'avertissement météorologique.

***

Nous arrivons enfin (et c'est là surtout le problème de l'avenir) à l'organisation de lignes transocéaniques.

Quel sera le type définitif de l'avion, de l'hydravion ou de l'aéronef *transatlantiques*? Il aura forcément une grande puissance, une grande capacité. Peut-être volera-t-il à haute altitude pour avancer plus vite. Diverses solutions ont été proposées, mais on ne peut guère les discuter avant tout commencement de réalisation. Le succès dépend, certes, de l'appareil, mais la base terrestre et maritime avec probablement, des *ports flottants*, paraît indispensable car, quels fous risqueraient la noyade en plein océan pour gagner quelques jours?

Bien entendu, les ballons dirigeables peuvent aussi concourir à ces liaisons au-dessus des océans. Les dangers d'inflammation, ceux qui résultent des orages, tempêtes et cyclônes, etc... laissent croire que l'avion, moins vulnérable, l'emportera finalement.

Développement du trafic

Ce que nous disions du port aérien du Bourget se retrouve un peu partout dans le monde, à l'échelle près. Les messageries suivent même une progression plus accentuée que les lettres et les voyageurs.

Il serait fastidieux de reproduire ici les données de la statistique à ce sujet. Les règles de cette science ne sont pas uniformes dans tous les pays, ce qui rend les comparaisons difficiles. Aux Etats-Unis, on compte une voiture automobile pour trois habitants. Qui aurait imaginé un pareil développement? Qui peut prévoir l'avenir des aéronefs? L'avancement de la technique aéronautique nous permet cependant d'assurer que les voyages aériens auront de plus en plus de succès.

Progrès techniques des avions

Monoplans à voilure surbaissée et de grand allongement prédominent. Les unités moyennes sont de construction mixte, bois et métal. L'avion tout métal coûte plus cher. Les petits appareils sont en bois recouvert de toile ou même entièrement en bois, solution économique surtout à cause de la rapidité avec laquelle se démodent ces types légers. Comme on cherche toujours de meilleures formes, un engin de ce genre doit être assez vite remplacé par un meilleur, le bois est assez solide pour assurer largement la durée nécessaire.

Atterrisseurs robustes sans essieu avec roues « ballon »; freins sur roues, roue arrière remplaçant la béquille, frein oléopneumatique à longue course (ou, à la rigueur, rondelles de caoutchouc pour la suspension des petites machines) ménagent considérablement la structure des appareils. Les hélices métalliques remplacent peu à peu les hélices en bois, mais leur succès définitif dépend de la mise au point des dispositifs à pas variable, encore bien délicats.

Tourisme. — Les modèles de promenade de 20 à 30 chevaux n'existent pas en France. Les petits avions de 40 à 70 chevaux sont plus répandus. L'un d'eux, de 40 chevaux, a permis notamment la liaison France-Madagascar par Jean de Vizcaya, ce qui prouve qu'un bon pilote peut tirer un bon parti d'appareils modestes. Mais la classe la plus nombreuse est plus puissante : 80, 100 et même 120 chevaux.

La seule critique qu'on puisse adresser à ce sujet aux constructeurs français, c'est de ne pas rechercher assez une grande vitesse, non négligeable pourtant pour le succès. Il faut voler à 210 kilomètres à l'heure si l'on veut jouir réellement des avantages de l'aviation. Les vents debout d'une vitesse horaire de 30 km. ne sont pas rares : s'ils soufflent à la fin d'une journée, l'appareil trop lent pour atteindre le port, devra risquer l'escale sur un terrain de fortune.

Transports légers. — C'est sur un avion de l'ordre de 200 chevaux que Ch. Lindbergh fit son raid sans escale de 5 à 6.000 kilomètres au-dessus de l'Atlantique.

Dans cette classe 200/300 chevaux, nous trouvons des appareils de lignes à long cours et faible trafic, de missions ou de grand tourisme. Ce sont des monoplans à aile surélevée pourvus de cabines à 4 ou 5 places; dans quelques cas, ces avions n'ont qu'un moteur mais le plus souvent ils en ont trois. Parmi les tout nouveaux modèles de ce genre, signalons le Couzinet à 3 moteurs de 70 chevaux, entièrement en bois et pourvu d'un train d'atterrissage rétractile.

Transports lourds. — Le trafic lourd s'opère par les lignes d'avions ou d'hydravions.

Dans le premier cas, on emploie, soit des *avions* monomoteurs 500 à 600 chevaux : (Dewoitine D.

30, Hispano 650 CV, 10 passagers; Nieuport-Delage 55 à 540, Lorraine 500 CV, 8 passagers); soit des multimoteurs : (Blériot 125, 2 Hispano 500 CV, 12 passagers; Bréguet 391, 3 Gnôme-Rhône 230 CV, 12 passagers; Farman F. 300, 3 Gnôme-Rhône 230 CV, 8 passagers; Latécoère 350, 3 Hispano 400 CV, 12 passagers; Wibault-Penhoët 282, 3 Gnôme-Rhône de 300 CV, 12 passagers.)

On devra tendre à des vitesses horaires de l'ordre de 300 kilomètres à l'heure en augmentant le confort, sinon la construction étrangère l'emportera facilement.

Dans le second cas, les *hydravions* : CAMS — SQA 58, biplan, 2 moteurs 600 CV ou 4 à 300 CV — 12 passagers; Latécoère 380, 2 Hispano 650 CV; Latécoère 300, 4 Hispano 650 CV, 22 tonnes charge, hydravion transatlantique; Lioré-Olivier 270, 4 Hispano 600 CV, 9 tonnes à vide, 17,3 tonnes en charge.

Les trois derniers appareils, tout nouveaux, marquent le début en France des appareils de fort tonnage.

Sports et raids. — La France a délaissé, l'an dernier, la coupe Schneider. Cependant nous avons eu des succès de record : le Dewoitine 33 a franchi le premier, le cap des 10.000 km. sans escale. Le Couzinet 70, calculé pour ce rayon d'action à la vitesse de 285 km./h. est un monoplan cantilever à 3 moteurs Hispano 650 CV.

Prototypes originaux. — L'autogyre dû à M. de La Cierva trouve certainement des amateurs à cause de ses facilités d'envol et d'atterrissage. M. Weymann a construit un autogyre La Cierva avec moteur Renault 95 CV, dont le sustentateur rotatif a 11 mètres de diamètre. Le poids total est de 635 kg. dont 190 kg. de charge enlevée.

Les autogyres américains et anglais semblent plus rapides.

Le clinogyre est un nouvel appareil hybride de l'avion et de l'autogyre auquel il emprunte sa voilure tournante, modifiée d'ailleurs pour être plus active, tout en conservant un plan sustentateur assez important. Cette invention fait beaucoup d'honneur aux ingénieurs français MM. Odier et Bessière.

D'autres systèmes de ce genre sont envisagés, seul jusqu'à présent l'autogyre vole.

M. Makhonine a construit un avion à ailes télescopiques qui vole à 300 km./h. Le vol dans la *stratosphère* serait beaucoup plus rapide : M. Farman, assisté de M. Waseige et M. Guerchais aidé de M. Bapt achèvent des appareils expérimentaux qui doivent atteindre la vitesse horaire de 400 à 500 kilomètres entre 7.000 et 15.000 mètres d'altitude, soit le double de la vitesse au sol à égalité de puissance.

MOTEURS

On connaît les avantages relatifs, pour les moteurs, du refroidissement par air et du refroidissement par eau[1]. Mais les arguments d'ordre théorique s'effacent devant les réalisations et, en fait, la limite de puissance à partir de laquelle le refroidissement par eau semblait indispensable tend à s'élever. La vogue du refroidissement par l'air s'atténue cependant en Angleterre où le raid Lindbergh avec moteur Whirlwind 200 CV refroidi par l'air avait suscité un vif intérêt.

Les moteurs puissants (300 CV environ) à refroidissement par air, comme le Wasp et le Jupiter ont, avec des alésages de 146 mm., des pistons dont la vitesse atteint 11 mètres par seconde. Les vitesses linéaires de pistons des moteurs à refroidissement par eau sont du même ordre. On a tenté de diminuer le nombre des cylindres, mais le couple moteur devient irrégulier.

*
**

Pour accroître la puissance, on agit sur la vitesse, en suralimentant à l'aide d'un compresseur.

Le compresseur Rateau a été employé d'abord pour compenser les pertes de puissances aux hautes altitudes; il est mû par une turbine à gaz branchée sur l'échappement du moteur, récupération d'énergie séduisante, mais le compresseur à commande mécanique, plus simple, est généralement préféré.

Une seconde manière d'améliorer le rendement à haute altitude, la sous-alimentation au sol, calculée pour avoir à l'altitude choisie, le meilleur rendement, n'est pas sans gêner l'envol; l'Allemagne, qui l'avait utilisée pendant la guerre, l'abandonne maintenant.

*
**

Parmi les facteurs qui limitaient à 12 mètres par seconde la vitesse linéaire des pistons, le souci du parfait remplissage du cylindre était le principal. Puisque la suralimentation facilite le plein, on devrait aller plus loin. Pratiquement, ce progrès n'a été réalisé que sur des moteurs faits pour les hydravions de la coupe Schneider. Les vitesses linéaires des moteurs ont atteint 17,8 m./sec., mais cette compétition ne dure que 40 minutes. Aussi n'hésite-t-on pas à faire tourner les moteurs construits pour cette course à 3.600 tours par minute; la puissance par litre de cylindrée atteint ainsi 56 chevaux-vapeur.

Ces grandes vitesses exigent un réducteur de

1. MARCOTTE : *Les Moteurs d'aéronautique*, Eyrolles, éditeur ; *Les Moteurs à explosion*, Armand Colin, éditeur.

vitesse entre le moteur et l'hélice, dont la vitesse doit rester modérée afin d'assurer le rendement et la résitance mécanique. Les réducteurs de vitesse ont été beaucoup améliorés, grâce surtout à la perfection avec laquelle on taille maintenant les dents d'engrenage.

*
**

En résumé, le principal progrès des moteurs, la suralimentation rendue possisble par l'amélioration des essences, notamment par l'emploi de carburants aromatiques indétonants, permet d'espérer un avancement sensible des performances.

L'avenir repose sur la réalisation d'un moteur à injection d'huile lourde capable de voler longtemps, innovation dont le succès entraînerait une véritable révolution dans l'aviation.

Equipement

Un avion n'est pas seulement composé d'un groupe moto-propulseur (hélice et moteur) et d'ailes formant la voilure, il comprend des aménagements, cabines et bagages, ainsi que des appareils de navigation, de signalisation, équipement de l'avion, qui doit être complété par l'équipement des terrains.

Signalisation

a) *Optique.* — Les phares ont été perfectionnés. Tels qu'ils sont, ils suffisent en temps normal. Mais les brumes réduisent tant leur portée, qu'il faudrait accroître — d'une manière considérable — leur puissance pour avoir alors un résultat pratique. A cause des variations incessantes de la réfraction atmosphérique et des modifications de portée résultant des états plus ou moins brumeux de l'atmosphère, il faudrait modifier constamment l'orientation de l'axe du faisceau lumineux, pour avoir le maximum de chances de le faire voir au pilote à la plus grande distance possible. Une telle pratique, en permettant de concentrer tout le flux lumineux dans la direction utile, serait une amélioration considérable. Mais comment calculer les relèvements des faisceaux tournants. Nous avons imaginé de faire osciller ces faisceaux. Une faible amplitude suffirait à résoudre le problème, un électro-aimant entretiendrait le mouvement pendulaire, on le commandrait par interrupteur à mercure. Nous souhaitons que ce système, ou un autre équivalent, soit bientôt mis à l'essai, car le développement de la navigation nocturne et même de l'aviation diurne dans certains pays brumeux rend bien désirable un type de phare qui perce la plus grande épaisseur possible de brume.

Les lumières colorées sont employées pour la signalisation des dangers; les tubes luminescents, pour délimiter certains terrains. La signalisation des pylônes des lignes de transport d'énergie électrique, véritables filets tendus autour des terrains, a été très avancée en Allemagne.

Les phares — on devrait dire les projecteurs — d'atterrissage de nuit portés sur les avions restent à peu près les mêmes que ceux en usage en 1918. Les projecteurs d'éclairage du sol sont satisfaisants.

b) *Hertzienne.* — Les postes radiotélégraphiques ont été un peu améliorés, mais il existe peu d'avions équipés avec des appareils bien syntonisés et d'une portée suffisante.

Plus rares encore ceux qui ont des installations goniométriques permettant, en l'absence de toute visibilité, de faire le point. Quelques postes radiogoniométriques de terre, donnent le point aux avions qui le demandent par T.S.F., mais non sans risque de confusions dès que les demandeurs deviendront nombreux. Les progrès sont parfois bien lents [1].

Les Américains emploient couramment un système de signalisatsion hertzienne qui indique la route à suivre pour l'entrée au port, la seule objection qu'on puisse formuler contre ce procédé éminemment pratique, c'est le danger de collision, qu'on pourrait aussi évoquer contre les câbles baliseurs de Loth.

Le pilote ou le navigateur aérien, doit rester maître de sa route, comme le capitaine d'un navire; la place des phares et des radiophares est donc à terre, les déterminations de point devant s'effectuer à bord.

Appareils de navigation

En plus des radiogomomètres, les appareils de navigation sont les compas, l'indicateur de dérive, un sextant spécial, un indicateur de vitesse, etc...

Le compas est l'instrument essentiel.

Un compas de navigation maritime ne peut évidemment être utilisé : il faut un compas léger, de faible inertie et pouvant se compenser au degré près. La construction et la compensation des compas d'aviation ont fait des progrès sensibles. Les appareils nouveaux facilitèrent la compensation des fers doux et des fers durs avec une grande précision. Le problème en question est analogue à celui des compas marins, avec cette différence, qu'on ne doit employer pour la compensation que des masses aussi légères que possible. Le problème de la compensation [1] doit être résolu avant chaque

1. Cf. Ed. Marcotte et E. Bérèhare : *Connaissances utiles aux Aviateurs*, p. 116. Dunod, éditeur.

grand voyage, sinon, on risque de s'égarer, et souvent trop s'égarer c'est périr.

Différents appareils épargnent l'attention du pilote.

Après un virage, l'aiguille de la boussole ne revient pas immédiatement au Nord magnétique; il est bon que le pilote ait, pendant le temps nécessaire à une nouvelle stabilisation de l'aiguille, un point de repère aussi fixe que possible. On y arrive à l'aide d'un compas auxiliaire composé essentiellement d'un solénoïde, moins sensible aux virages que le compas. C'est un dispositif de ce genre qui a facilité la navigation correcte de Lindbergh au cours de son fameux raid.

Stabilisation automatique

La stabilisation est d'abord obtenue par les qualités aérodynamiques de l'appareil dont nous examinons plus loin les progrès, mais on cherche à la parachever en utilisant des appareils automatiques.

L'aviation était à peine née que de nombreux inventeurs proposaient des stabilisateurs. En fait, aucun dispositif n'a encore remporté un succès complet.

Etudes théoriques. — Il faut étudier : le régime de vol horizontal à incidence constante dans le cas des petits mouvements et des autres, et distinguer la stabilité statique et la stabilité dynamique; le vol à différents régimes du moteur; la stabilité autour des axes de giration et de roulis; l'amortissement.

Dispositifs de pilotage. — Les appareils expérimentés peuvent se classer en :

a) gyroscopes ;
b) pendules compensés ;
c) girouettes.

La catégorie *a*) comprend les dispositifs S.E.C.A.T. et Boykow. La catégorie *b*) est représentée par l'appareil Mazade-Aveline. La catégorie *c*) par le dispositif Mazade-Constantin et par différents dispositifs du Service Technique de l'Aéronautique.

D'autres dispositifs tendent à conduire l'avion en altitude et direction (Baule-Mengden et Askania-Bamberg) ou en altitude seulement. Ces derniers comprennent le stabilisateur d'altitude, le dispositif de départ et le dispositif d'atterrissage automatiques.

Le problème a donc reçu plusieurs solutions intéressantes. Quelques améliorations mécaniques les rendraient pratiques peut-être. Et ce serait une solution magistrale du *pilotage dans le brouillard.*

Réglementation et controle technique

Pendant longtemps, l'Etat est resté le seul client vraiment sérieux de l'Aéronautique; les services officiels ont donc étudié les cahiers des charges, les essais et le contrôle, centralisé depuis un certain nombre d'années par le service des fabrications.

L'aviation civile, commerciale et privée, avait besoin d'une certaine indépendance, et c'est pourquoi le Bureau Véritas, a été chargé d'opérations de contrôle pour ces branches. Mais, jusqu'à présent, l'initiative des industriels et des compagnies est fort réduite, car le Bureau Véritas doit obligatoirement se conformer aux prescriptions officielles. Il semble qu'une plus grande liberté — avec toute la responsabilité qu'elle entraînerait — entraverait moins le progrès.

L'Aérodynamique et les matériaux

Légèreté, finesse[1], consommation spécifique et manœuvrabilité sont les facteurs essentiels de ce progrès.

*
**

La légèreté dépend des matériaux et de la manière dont ils sont assemblés, de sorte que l'acier à haute résistance peut servir à constituer des pièces plus légères que des pièces de bois, pour certaines applications.

La légèreté est donc un problème de résistance des matériaux et d'élasticité. On peut, en étudiant les structures et les assemblages arriver, à gagner 50 p. 100 sur le poids (appareil Paris-New-York, de Costes et Bellonte).

Si l'on ne considère que la résistance à la traction (ou à l'arrachement) l'ordre des légèretés décroissantes, *à ténacité égale* est :

1. — Acier spécial ;
2. — Electron et alliages de magnésium ;
3. — Duralumin et alliages d'aluminium ;
4. — Bois et aciers mi-durs ;
5. — Aciers doux.

Mais il faut empêcher le voilement ou flambement. Le bois, le duralumin peuvent ici l'emporter sur l'acier à haute résistance, qui arrive encore à se raidir davantage sous forme de tôles minces nervurées, galbées ou ondulées. L'acier spécial

1. La définition de la finesse et l'exposé des notions indispensables d'Aérodynamique nous entraîneraient trop loin ; on trouverait ces éléments dans *Connaissances scientifiques utiles aux Avialeurs*, par MARCOTTE, et BÉRÉHARE Dunod, éditeur, Paris.

donne des organes offrant moins de prise au vent; les mâts, jambes, essieux et même les ailes ainsi faites, peuvent avoir plus de *finesse aérodynamique*.

Il convient de ne pas oublier une méchante fée : la corrosion. Le meilleur matériau est celui qu'on peut protéger, soit par un vernis, soit par transformation chimique d'une certaine partie de la profondeur. Les derniers progrès dans la protection de l'acier sont : le *cadmiumage* et l'acier *inoxydable*. La ténacité de ce dernier est 65, 120 et peut-être bientôt 130 kilopièzes ou kilogrammes par millimètre carré à peu près.

La *soudure électrique* est un autre progrès procurant un allégement notable, par suite de la suppression des rivets d'assemblage.

Haute résistance, inaltérabilité, soudabilité, sont les trois qualités à rechercher dans un matériau aéronautique. On est en bonne voie. Mais le dernier mot n'est pas dit. La *bakélite armée* par exemple, donnerait des avions extrêmement légers et résistant bien au voilement; elle faciliterait la réalisation des meilleures formes aérodynamiques.

*
**

Quoique l'Aérodynamique nous réserve peut-être d'heureuses surprises, elle semble avoir fourni, aux formes actuelles des avions, à peu près tout ce qu'on pouvait en attendre.

Les derniers progrès consistent dans l'allongement des voilures (extension de l'envergure et réduction de la profondeur des ailes) et dans la diminution des résistances passives, obtenue en fuselant ou carénant tout organe exposé au vent relatif. Il se trouve que les trois formules suivantes : sesquiplan ou biplan à ailes minces; monoplan surbaissé à profil épais; monoplan parasol à aile semi-épaisse; pourtant assez différentes *a priori* peuvent présenter la même finesse aérodynamique, s'ils ont été bien étudiés.

Voilures et empennages automatiquement déformables sont encore dans le domaine des recherches sur la stabilisation automatique par girouettes, gyroscopes, etc...

La métallurgie

Grande peut être l'anxiété de l'ingénieur qui dessine un avion en songeant aux surcharges *soudaines* dues aux tourbillons qui entrent en jeu, d'une manière si brutale que tout matériau *fragile* peut casser. Il emploie des aciers spéciaux à haute résistance, mais ceux-ci ont une singulière fragilité au revenu (tous les aciers passent d'ailleurs en refroidissant par des zones de fragilité où ils peuvent se fissurer imperceptiblement, pour causer ensuite des catastrophes). L'antidote de ce poison, c'est le *molybdène*. Les vilebrequins en acier nickel-chrome-molybdène ne se rompent plus.

Les aciers à soupapes, l'alliage ATV ou l'acier chrome-silicium (carbone 0,4 %; chrome 12 % environ; silicium 2,5 à 3 %), dont le point de transformation suéprieur pendant le chauffage est à 900°, représentent un grand progrès.

La *nitruration* des pièces frottantes, notamment les chemises des cylindres de moteur, à l'aide d'un courant de gaz ammoniac leur procure une dureté considérable.

Les alliages légers ont été aussi perfectionnés, les dernières créations en cette matière ont été les hélices de la maison Chauvière, en duralumin, alliage d'aluminium dont la ténacité atteint 40 kilopièzes.

Le bimétal, le *védal*, âme de duralumin, peau d'aluminium, est beaucoup moins sensible à la corrosion que le duralumin.

Le *glucinium* ou *beryllium* peut alléger encore les constructions. Voici les caractéristiques surprenantes de ce métal le plus léger et le moins déformable qui soit :

Densité : 1,84,

Point de fusion : 1.280°,

Module d'élasticité : 30.000 (au lieu de 20 à 22.000 pour les aciers). Il peut être utilisé en alliages, avec le fer, le cuivre, le nickel, mais il faut diminuer le prix de revient qui est actuellement énorme.

Elasticimétrie et sécurité

Si l'on avait le moyen de connaître, en vol, les contraintes intérieures que subissent les membrures, assemblages et organes des avions, on pourrait, par une meilleure distribution des formes et de la matière, obtenir encore un *allégement* notable, tout en augmentant la *sécurité*. Deux méthodes permettent, dans une certaine mesure, ces précieuses investigations.

On sait que, si l'on mesure, avec une grande précision, la déformation élastique entre deux points, on peut calculer la tensison (ou pression) moyenne de la matière entre ces deux points. Les *interféromètres* permettent la mesure au centième de micron près de ces déformations. Ces appareils peuvent être utilisés facilement sur un avion au point fixe et il n'est pas imposssible de les employer aussi, au cours d'essais en vol. Malheureusement, les constructeurs ne semblent pas avoir tiré tout le parti possible de cette méthode.

On peut même mesurer la tension en un point, mais cela seulement sur un modèle de verre, de bakélite ou de xylonite; les tensions intérieures

sont alors mesurables *comme si elles étaient visibles*. Si l'on ne peut ainsi ausculter un avion réel, il est possible, de connaître parfaitement la distribution des contraintes intérieures du modèle, et d'en tirer d'utiles conclusions pour les formes et dimensions des organes réels. En Amérique, au Japon, en Angleterre, la *Photoélasticimétrie* (c'est le nom de cette science nouvelle) est pratiquée et il faut regretter que cette méthode ne soit pas suivie en France où pourtant, elle est née, au Laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées.

La sécurité offerte par certains assemblages et surtout par des pièces évidées y gagnerait beaucoup : les pièces de ce genre, ne pouvant être calculées par les méthodes classiques de la Résistance des matériaux, sont jusqu'à présent du domaine de l'empirisme.

Hydravions

Le premier hydravion date de 1910. Dès le début, on emploie, soit des appareils à coque, soit des appareils à flotteurs. Les progrès sont rapides; dès 1918 des hydravions faisaient le *looping*.

Les possibilités de l'hydravion dépassent celles de l'avion :

a) Vitesse : 667 km/h (coupe Scheider) ;
b) Distance : Atlantique Sud franchi en 1930 par Mermoz sur Latécoère 283 ;
c) Endurance : Marseille-Beyrouth (3.000 km.) est une ligne régulièrement desservie par Cams 52 ;
d) Economie : évidente pour l'aménagement des bases.

Parmi les progrès récents, la *catapulte*, qui permet de lancer du pont d'un navire, des appareils pesant jusqu'à 8 tonnes, doit être signalée.

L'*amphibie*, à volonté avion ou hydravion, plus lourd, se justifie pour les itinéraires à la fois terrestres et maritimes. Tout appareil doit d'ailleurs être étudié pour le trafic auquel il est destiné.

Il existe actuellement toute une gamme de puissances, depuis celui de 15 m² de surface portante jusqu'au Do-X de 468 m² pesant 51,5 tonnes.

Comme dans tous les domaines, le progrès exige trois termes :

— Théorie;
— Expérience sur modèle;
— Expérience en vraie grandeur.

C'est ainsi que l'on procède pour l'étude des coques d'hydravions, mais on n'est pas encore arrivé à une théorie en accord parfait avec l'expérience.

De grands bassins pour l'étude des carènes existent à l'étranger. Nous venons de voir d'excellentes installations en Amérique, par exemple, à l'Université d'Ann Arbor (Michigan). En France, on a reculé, jusqu'à présent, devant les dépenses et l'on s'est borné, sur l'initiative de M. Toussaint, à installer à Saint-Cyr un manège en bassin annulaire où le modèle est en rotation autour d'un axe vertical. On obtient ainsi des renseignements comparatifs importants pour une dépense minime.

Cependant, le manège ne pourrait suffire aux essais de modèles de navires; on sera donc conduit à construire un grand bassin qui servira aussi pour les hydravions.

Quant aux essais sur hydravions réels, leur difficulté est énorme et, dans tous les cas où l'on n'a pas passé, d'abord, par l'étude sur modèle, on a eu des résultats décevants.

Groupes moto-propulseurs

Le moteur et l'hélice constituent un ensemble qui doit être étudié pour le meilleur rendement.

L'emploi d'un réducteur de vitesse permet d'utiliser, le moteur d'une part, l'hélice d'autre part, aux régimes *optima*. Le réducteur, malheureusement, complique et alourdit le groupe. On doit donc faire un compromis et n'employer, en tous cas, qu'un réducteur parfait, n'introduisant aucune vibration entraînant inéluctablement une perte d'énergie.

On doit encore moins hésiter à employer un compresseur de suralimentation qui permet, dans certains cas, de doubler la puissance du moteur.

A 5.800 m. d'altitude, par exemple, un moteur a perdu la moitié de sa puissance nominale, il suffit d'un compresseur, fonctionnant dans le rapport 1/2 pour rétablir la puissance initiale, l'augmentation de poids est seulement de l'ordre de 1 % du poids de l'avion. Mais il est évident que si l'on ne dépasse pas l'altitude de 2.000 m., un tel compresseur est inutile.

L'hélice à pas variable entraîne, elle aussi, l'adjonction de pièces et une légère augmentation du poids, inconvénients largement compensés par l'accroissement du rendement et de la sécurité, cela par l'inversion du pas lors de l'atterrissage. Il est possible que, bientôt, tous les groupes moto-propulseurs aient un réducteur entraînant une hélice à pas variable et des moteurs suralimentés, même au sol. On pourrait utiliser ainsi des moteurs moins encombrants et finalement plus légers. Certains accessoires tels que le radiateur d'air à la sortie du compresseur peuvent aussi se justifier par un meilleur rendement.

Il ne faut donc pas hésiter à ajouter tous les organes nécessaires lorsqu'ils ont pour résultat l'accroissement sensible du rendement ou de la sécurité.

LA NAVIGATION

La navigation, en effet, ne peut se développer que dans la confiance. La solidité de l'appareil doit être complétée par la *sécurité aérodynamique.*

L'atterrissage. — Afin de prendre contact avec le sol à la moindre vitesse, l'avion doit perdre de son erre au cours d'un palier exécuté à un mètre environ du sol, palier qui augmente la longueur de terrain nécesssaire à l'atterrissage proprement dit. La longueur de ce palier dépend du poids et de la caractéristique de portance, dite polaire de l'aile, mais elle est peu allongée par la finesse de l'avion. Le moyen le plus efficace de réduire ce palier, c'est de prendre contact avec le sol à une vitesse un peu supérieure à la vitesse minima, solution qui exige une organisation particulière du train-béquille. Le pilote doit manœuvrer pour se rapprocher du sol avec l'incidence maximum sans risquer la perte de vitesse; la marge de sécurité entre la vitesse restante près du sol et la vitesse minimum de sécurité conditionne donc le problème.

Le décollage. — De même, pour décoller court, le pilote doit pouvoir — sans risque — s'approcher de l'incidence de sustentation maxima, fait bien connu.

Maniabilité latérale. — La perte de maniabilité latérale, qui conduit à la vrille, est le principal obstacle à l'emploi des incidences à fortes sustentations. Cette perte se manifeste brutalement.

Essais. — Les critères de stabilité et de maniabilité se déterminent au cours d'essais de pilotage contrôlé.

Trois groupes d'essais doivent, ainsi, être poursuivis :

— Essai sur petit modèle librement abandonné;
— Essai sur avion prototype en essai;
— Etude constante des conditions d'utilisation des avions de série;
— Essais en girouette, essais sur modèles libres, essais en vol doivent être l'objet d'une publication synthétique.

*
**

Le risque aérodynamique est d'autant plus grand que, dans la zone d'emploi, deux régimes différents de vols sont possibles.

On a cherché à perfectionner l'avion et le dernier challenge international des avions de tourisme montre les progrès accomplis dans cette voie.

Un autre groupe de solutions consiste à rejeter la zone critique hors de la zone d'emploi. L'excès de puissance motrice comme réserve de stabilité joue un rôle analogue à la réserve de franc-bord dans la sécurité des navires. L'allégement des moteurs joue, ici, un rôle essentiel.

LA SÉCURITÉ

Nous avions parlé de la solidité, nous venons d'esquisser la sécurité aérodynamique; il est d'autres causes d'accident, notamment l'incendie.

Un accident est rarement dû d'ailleurs à une cause unique; il y a généralement une cause originelle et des causes aggravantes; rien ne doit donc être négligé.

D'ores et déjà, on peut dire que les progrès de la sécurité sont considérables : les pilotes de transport public ont très peu d'accidents de départ ou d'atterrissage, infiniment peu d'accidents en vol.

Les circonstances atmosphériques, la brume notamment et les pannes de moteurs sont les causes les plus fréquentes d'accidents. Les ruptures des pièces de l'avion sont relativement rares, surtout si l'on défalque les accidents survenus à des appareils en essai.

Lorsqu'on compare les pourcentages d'accidents il y a dix ans avec les pourcentages de 1931, on constate une régression sensible. Quelques progrès encore possibles viendront sans doute rendre plus sûr que n'importe quel autre moyen, le transport aérien : emploi d'huile lourde dans les moteurs à injection; augmentation des puissances et allégement des appareils, perfectionnement de la sécurité aérodynamique, entraînement des pilotes, contrôle des fabrications, détermination des sollicitations maxima en vol et modifications dans certains organes et assemblages grâce à la Photoélasticimétrie et, enfin, signalisation nocturne et par temps de brume.

LES LIGNES

Le tableau des grandes liaisons internationales aériennes tel qu'elles sont établies régulièrement atteste d'ailleurs la sécurité offerte aux passagers.

Nous ne pouvons énumérer tous les horaires.

Au Bourget, tous les jours, partent des avions français pour Varsovie et Bucarest (toutes les semaines, il y a un service pour Istamboul) pour Londres, Marseille et Alger.

L'Orient est desservi aussi par des lignes allemandes et anglaises.

L'Extrême-Orient est atteint aussi par les lignes françaises (Beyrouth, Indochine), anglaises (Indes), hollandaises (Batavia), allemandes (Chine), russes (Irkoutsk et Vladivostok).

L'Afrique peut être atteinte par les lignes anglaises (Le Cap), franco-belges (Congo et Madagascar).

La durée du voyage Londres-Karachi (Indes) est de 6 jours 1/2; Batavia est atteint en 11 jours.

C'est en 11 jours aussi que l'on peut aller de Paris en Indochine. Le Tanganyika est à 8 jours de Londres et Le Cap à 11 jours. Ces exemples montrent tout l'intérêt pratique de l'aviation commerciale. Nous verrons d'ailleurs en étudiant l'activité des principaux pays, l'importance du trafic aéronautique intérieur.

CONCLUSIONS

L'aviation n'est plus seulement une organisation de guerre, elle pourrait vivre et se développer quand bien même les Etats seraient dispensés de songer à leur sécurité aérienne.

Tout avion de commerce peut servir à des fins militaires, mais la réciproque n'est pas vraie, un avion de combat est généralement impropre au commerce.

Cependant, ce sont les nécessités de la défense nationale qui ont, en France notamment, obligé à des recherches et conduit au progrès dont l'aviation civile commence à bénéficier, particulièrement en ce qui concerne les moteurs.

Les voilures et les aménagements, au contraire, sont sensiblement différents avec les programmes d'utilisation et il conviendra, de plus en plus, d'étudier les appareils pour chaque ligne et son trafic spécial. On sera conduit, de même, à étudier certaines variantes pour les moteurs. Nous n'en sommes pas encore au moteur standard[1]; il faut même — à notre avis — se garder de normaliser trop vite les éléments, car beaucoup d'assemblages sont encore trop critiquables. La Photoélasticimétrie aidera à les dessiner correctement.

Il faut se féliciter des progrès d'ores et déjà réalisés qui permettent d'assurer des services réguliers, exception faite de circonstances météorologiques trop dures, qu'on peut toujours prévoir d'ailleurs, hormis la brume. Le pilotage automatique permettrait de résoudre ce redoutable aléa, les essais poursuivis sont encourageants.

Des appareils pratiques, robustes, confortables, sûrs, existent, le reste viendra en son temps. Il faut saluer les pionniers de l'air, les oseurs qui ont succombé et ceux qui ont triomphé, ainsi que la phalange des inventeurs, des ingénieurs et des constructeurs, dont notre pays n'a pas le monopole, mais qui s'y trouvent en nombre suffisant, pour la poursuite des progrès encore possibles. Nos écoles techniques sont de plus en plus fréquentées et c'est là, véritablement, une des meilleures manières d'augmenter notre potentiel aéronautique.

Edmond Marcotte,

Ingénieur-Conseil,
Lauréat de l'Institut,
Chef de la Section des Laboratoires d'Essais
Physiques et Mécaniques
de l'Ecole des Ponts et Chaussées.

1. Standard vient de « Estandard », drapeau principal de l'armée, au Moyen-Age. Ce vocable, d'origine romane, nous est revenu d'Amérique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Henry (Alfred). — **Le Calcul des différences finies et ses Applications.** *Traduit de l'anglais par* M. A. Sallin. — 1 *vol. in*-8° *de* 212 *pages, Hermann, Paris,* 1932.

Dans sa collection de traductions d'ouvrages de mathématiques anglais et américains, M. Sallin fait paraître celle d'un Traité déjà ancien de Calcul des différences finies, écrit par M. Alfred Henry à l'usage des candidats au titre de Membre de l'Institut des Actuaires de Londres.

Le calcul des différences, très en honneur en France à la fin du XVIIIe siècle, et au commencement du XIXe, et qui faisait encore l'objet de plusieurs chapitres du cours d'Analyse de Duhamel, a été très négligé depuis, probablement à la suite des travaux de Cauchy, et du développement extraordinaire de la théorie des fonctions au cours de la dernière moitié du XIXe siècle.

Cependant ce calcul constitue une excellente et très utile discipline pour tous ceux, astronomes, actuaires, etc... qui ont à construire ou à manipuler des tables numériques. Le livre de M. A. Henry contient non seulement les formules générales des différences finies et les applications directes de ces formules à l'interpolation des fonctions à une ou deux variables, mais encore les éléments du calcul différentiel, du calcul intégral et du calcul des probabilités, c'est-à-dire à peu près tout le bagage mathématique indispensable aux candidats actuaires.

Chacun des 21 chapitres de l'ouvrage est suivi d'un certain nombre d'énoncés de questions, applications directes des théorèmes et méthodes étudiés, qui constituent d'excellents exercices de calcul : approximations, interpolations, intégrations approchées, problèmes de probabilités dénombrables. Les réponses sont indiquées, ce qui permet à l'étudiant qui travaille seul de constater l'exactitude des résultats qu'il obtient.

Ce livre très soigné, très bien présenté, très clair, est à recommander non seulement aux candidats actuaires pour lesquels il a été spécialement écrit, mais encore aux élèves de mathématiques spéciales, aux étudiants de licence, aux élèves des Instituts de statistique, de finances et d'assurances.

P.-J. R.

*
**

Delporte (E.). — **Délimitation scientifique des constellations** (tables et cartes). — 1 *vol. in*-4° *de* 41 *p. et* 14 *pl. Cambridge University Press, Cambridge* (*Angleterre*), 1931 (*Prix, cartonné :* 10 *sh.* 6).

Indépendamment de la nécessité pressante, non réalisée jusqu'à ce jour, de délimiter *par des arcs de grands cercles de la sphère céleste* les constellations, des planches donnant toutes les étoiles jusqu'à la grandeur 6,5, cette dernière grandeur comprise, sont du plus haut intérêt pour les astronomes amateurs — ils sont légion. Les tracés sont composés uniquement d'arcs de cercles horaires et de parallèles de déclinaisons. Un simple calcul de précession, appliqué aux coordonnées d'un astre, fixe avec une absolue certitude sa position dans une constellation. Le contour des constellations épouse d'aussi près que possible le tracé des principaux atlas existants. Les principales étoiles variables ont été prises en considération et sont maintenues dans leurs constellations. Ce travail remarquable a été entrepris sur l'initiative de l'Union astronomique internationale.

M. de B.

2° Sciences physiques.

The adsorption of gases by solids (Adsorption des gaz par les solides). Discussion tenue à la Faraday Society en janvier 1932, éditée par ses soins. — 1 *vol. de* 450 *p., Londres* (*Prix* : 15 *sh.*).

Continuant une très heureuse tradition, la Faraday Society a mis à l'ordre du jour de son Congrès de janvier 1932 un ensemble de questions tout à fait modernes et intéressant à des titres divers la physique et la chimie. Ce sont les problèmes concernant l'adsorption des gaz par les solides. Le nombre des rapports présentés atteint 38, et beaucoup d'entre eux sont d'une importance et d'une originalité remarquables. Dans une première partie, purement expérimentale et dont l'introduction a été rédigée par Rideal, nous trouvons des rapports de Becker, Wyatt, Johnson, Dohse et Mark, Chariton, Semenoff et Schalnikoff, Cassell, Burt, Hinshelwood, Burage. M. Freundlich a rédigé l'introduction à la seconde partie, qui traite de la cinétique et de l'énergétique de l'adsorption. Dans le groupe important de mémoires consacrés à ces questions, nous signalerons ceux de Benton, Chaplin, Allmand, Constable, Frankenburger et Hodler, Bonhoeffer et Farkes, Taylor et Sherman, Hassid, Garner, Kingman, Burstein et Frumkin, Ubbelohde, Egerton, Thompson et Melville. Enfin une troisième partie purement théorique et dont la préface est due à M. Polanyi, contient d'intéressantes considérations de Lennard Jones, Volmer, Evans, Fowler, Butler, Hückel, Magnus, Roberts, Ward, Shuster et Bain. L'ensemble du livre représente d'une façon vraiment complète l'état le plus récent de la question de l'adsorption. Il est remarquable qu'un livre de cette importance ait pu paraître trois mois seulement après le congrès qui lui a donné naissance. Une pareille rapidité dans la publication augmente beaucoup le rendement scientifique de cette belle collec-

tion de mémoires qui sera indispensable dans tout laboratoire de chimie et de physique.

L. B.

*
**

Photogrammetry. Collected Lectures and Essays *édité par* **O. von Grübert**. *Traduit de l'allemand par* G. T. Mc Caw *et* F. A. Cazalet. — *1 vol. gr. in-8° de* XII *454 p. avec 353 fig. et 1 carte (Prix, relié : 30 sh.). Chapman and Hall, éditeurs, 11, Henrietta Street, Londres*, 1932.

Il s'agit ici de la traduction anglaise d'une série de conférences prononcées en allemand à Iéna en 1929 au 6e Cours de vacances sur la Photogrammétrie. Ces cours, fondés en 1900 par C. Pulfrich, pour faire connaître surtout les méthodes alors nouvelles de la stéréophotogrammétrie, furent interrompus en 1913; ils ont été repris il y a 3 ans seulement. Dans l'intervalle, tout le sujet de la Photogrammétrie s'est considérablement développé; mais le présent volume a un objet limité : les services que la photogrammétrie rend à la topographie; il se borne donc à passer en revue les principes, les méthodes et les instruments de la Phototopographie.

Ces exposés sont l'œuvre du Dr Otto von Gruber, — qui a pris à la maison Zeiss la place de Pulfrich, décédé en 1927, — aidé de quelques-uns de ses collaborateurs. Voici les sujets traités :

I. Buts et problèmes de la Photogrammétrie topographique, par O. von Gruber.

II. Les bases géométriques de la Photogrammétrie, par le même.

III. La restitution des détails dans les photographies, par K. Gundlach.

IV. Sur quelques lentilles Zeiss pour la photogrammétrie, par W. Merté.

V. Conditions de la construction des obturateurs à disque tournant et leur réalisation, par H. Küppenbender.

VI. Les chambres à air Zeiss, par le même.

VII. La photogrammétrie du sol, par O. von Gruber.

VIII. Un photothéodolite portatif et son utilisation par l'Expédition Alai-Pamir de 1928, par R. Finsterwalder.

IX. Le développement de la Photogrammétrie, par W. Sander.

X. Vision et mesure stéréoscopique, par O. von Gruber.

XI. Appareils de tracé automatique, par le même.

XII. Méthodes et production opératoires, par le même.

XIII. Le rendement de la Photogrammétrie comme précision et économie, par L. Fritz.

Dans la partie historique, cet ouvrage rend justice à l'œuvre du père de la Photogrammétrie, le Colonel Laussedat, et de ses successeurs français, mais nous y avons vainement cherché le nom du Général (autrichien) von Hubl, dont les travaux ont également fait époque. Rappelons que cette question a fait l'objet ici-même (n° du 30 mars 1911) d'un article très remarqué alors, où M. P. Corbin exposait en détail et à l'aide d'une brillante illustration l'état de la stéréophotogrammétrie à cette époque; on s'y reportera encore avec fruit.

L. Br.

3° Sciences naturelles.

Laporte (L.-J.). — **Recherches sur la Biologie et la Systématique des Desmidiées.** — *1 vol. gr. in-8° de 150 p. et 22 pl. en noir. Lechevallier, à Paris*, 1931 (*Prix : 75 francs*).

Cet ouvrage expose des recherches sur des matériaux provenant surtout du massif du Challais, en Haute-Savoie, dans les tourbières de la Mouille de Morzine, altitude 1.500 m., où l'on ne trouve pas de sphaignes, des Gets, altitude 1.200 m., où l'on trouve au contraire ses sphaignes, du Plenay, à 1.500 m., suite de tourbières à sphaignes.

Nos connaissances sur les algues d'eau douce ont considérablement progressé depuis quelques années, mais l'inventaire purement floral de notre pays est cependant loin d'être terminé, et ce volume est une heureuse contribution aux travaux qui, plus tard, serviront de base à une flore complète des algues d'eau douce de France. Nous sommes en train de rattraper l'avance que d'autres pays avaient prise sur nous, depuis 1925 surtout, bien que quatre ou cinq botanistes seulement soient ici à citer. C'est un trop petit nombre. Encore doit on déplorer la perte récente de Marcel Denis, qui a jeté les premières bases de la Sociologie des Algues d'eau douce et érigé en dogme l'existence de groupements algologiques.

Les Desmidiées présentent tant au point de vue écologique et sociologique qu'à celui de leur distribution géographique, un intérêt qui justifie leur étude spéciale; celle-ci pourra d'ailleurs servir de base à des études concernant d'autres familles et contribuera à l'accumulation de matériaux pour une synthèse finale de la sociologie des algues d'eau douce.

B. M.

4° Sciences diverses

Alvin (Général). — **L'Ecole Polytechnique et son quartier.** — *1 vol. in-4° carré de* III-263 *pages, avec 50 lithographies originales hors texte, 12 plans et 26 illustrations dans le texte. Gauthier-Villars et Cie. Paris*, 1932. (*Prix, broché : 150 fr.*).

Du point de vue bibliographique, l'année 1932 fera date dans les fastes de l'Ecole Polytechnique. Elle aura vu paraître en effet, à quelques semaines d'intervalle, deux ouvrages tels qu'il faut remonter aux fêtes du centenaire de la création de l'Ecole pour en trouver de semblables : l'un que nous analysions récemment ici même[1], l'autre que nous présentons aujourd'hui au lecteur.

1. *R. G. des Sciences*, n° du 30 avril 1932, page 249, l'Ecole Polytechnique.

Heureuse l'institution qui, dans ces temps incertains, suscite parmi ceux qu'elle a formés une semblable émulation.

L'ouvrage du général Alvin est préfacé par un autre polytechnicien dont il nous suffira d'écrire le nom pour marquer tout l'honneur de ce parrainage : le romancier Marcel Prévost. L'illustre académicien, bien qu'il ait accédé à la célébrité par une voie différente de celles qu'empruntent le plus communément les anciens élèves de l'Ecole, n'en est pas moins resté fidèle à cette dernière. Ne lui consacrait-il pas récemment un charmant petit livre?

Le général Alvin a commandé l'Ecole Polytechnique de 1928 à 1931. Son nom restera lié aux travaux considérables d'extension, actuellement en cours et déjà en partie réalisés. Son activité et son dévouement ont été, sans nul doute, pour beaucoup dans la réussite de cette grande œuvre.

Se proposant d'écrire l'histoire de l'Ecole Polytechnique dans ses transformations successives, le général Alvin a estimé à juste titre ne pouvoir la séparer de l'histoire de son quartier, qu'une tradition plusieurs fois centenaire a consacré à l'étude. S'il est en effet, dans le monde, des lieux prédestinés que n'a point cessé, au cours des âges, de visiter le souffle de l'Esprit, il faut y compter assurément cette montagne Sainte-Geneviève, véritable colline inspirée, dont les pentes se couvrirent dès le moyen âge de nombreux collèges et qui, depuis lors, est toujours restée l'un des principaux foyers de vie intellectuelle.

C'est un plaisir rare que d'y suivre le général Alvin et d'en évoquer les aspects successifs, à la lumière de son érudition « polytechnique ». Bornons-nous à noter ces quelques noms dont plusieurs désignent encore aujourd'hui de vivantes réalités : collèges de Navarre, de Boncourt, de Tournai, de Sainte-Barbe; abbaye de Sainte-Geneviève; collège de France, Sorbonne; enceinte de Philippe-Auguste; maison de Calvin, rue Valette; Saint-Nicolas du Chardonnet, Saint-Etienne du Mont; le Panthéon; l'Ecole Polytechnique, installée en 1805 à son emplacement actuel dans les collèges de Navarre et de Boncourt, après dix années passées dans les dépendances du Palais-Bourbon; l'ancienne école des Jésuites de la rue des Postes, qui servit un certain temps d'annexe à l'Ecole Polytechnique.

Chaque partie de l'Ecole : « boîte à claque », pavillon Joffre, bâtiment Monge, amphithéâtres, bibliothèque, infirmerie, fournit au général Alvin la matière d'un chapitre intéressant, rempli de renseignements jamais rassemblés auparavant.

Enfin les transformations et les agrandissements en cours d'exécution sont décrits en détail, avec plans et maquettes à l'appui.

L'ouvrage du général Alvin est magnifiquement illustré de cinquante lithographies originales hors texte et de plusieurs plans de Paris au cours des siècles, sans compter les gravures dans le texte. Les lithographies, dont la valeur lui confère le plus grand caractère artistique, sont signées de M. Eydoux, Directeur des Etudes à l'Ecole, du peintre bien connu P.-A. Laurens, professeur de dessin, de M. Umbdenstock, le réputé professeur d'architecture, et de MM. Roger, Boeswillwald, Delzers, Tourry, Grimal, Emanaud et Jasmy.

La maison Gauthier-Villars a assuré l'exécution de ce beau livre avec la perfection qui marque ses productions et qui en fait un monument vraiment digne de l'Ecole Polytechnique.

Philippe TONDAS.

***

Warrain (Francis). — **L'Œuvre psychobiophysique de Charles Henry**. — *1 vol. gr. in-8° de 551 p. avec fig. et 1 portrait. Librairie Gallimard, Paris*, 1931.

Charles Henry, qui fut maître de conférences à l'Ecole des Hautes Etudes, puis directeur du Laboratoire de Physiologie des sensations, est mort en 1926 après avoir consacré toute sa vie à la réalisation d'une idée : la possibilité d'obtenir une expression mathématique des phénomènes psychiques et biologiques.

Son œuvre peut se diviser, d'après M. Warrain, en trois phases :

« 1° Ramener toutes les sensations et les concepts à un schèma représentatif tiré de la constitution élémentaire de l'être vivant, tantôt conscient et tantôt inconscient, schèma qui servira de canon pour classer, prévoir et évaluer les phénomènes. C'est la phase esthétique.

« 2° Ramener toutes les réactions de l'être vivant, sensitives, motrices, trophiques, aux théories énergétiques et aux lois mathématiques qui schématisent notre représentation de l'univers. C'est la phase énergétique.

« 3° Etablir une identité de nature entre les deux processus précédents et préciser les ordres, les transformations et les relations entre milieu et individu pour aboutir à une autorégulation qui est la manifestation de la vie. Cette phase, qu'on pourrait appeler téléologique, est le couronnement de l'œuvre. »

Cet ensemble de travaux est exposé dans plusieurs ouvrages et un très grand nombre de mémoires, mais d'une façon souvent abrupte, obscure, avec des lacunes ou des démonstrations insuffisantes; ainsi s'expliquent l'indifférence et parfois le discrédit qu'ils ont rencontrés.

M. F. Warrain s'est attaché à donner dans ce volume un tableau aussi coordonné que possible des travaux de Charles Henry, en sacrifiant l'ordre historique à l'ordre rationnel, et en essayant d'éclaircir les obscurités, de compléter certaines lacunes, d'écarter un certain nombre d'objections, de mettre en ordre les résultats.

Par là il a rendu un véritable service à ceux qui seraient tentés d'en prendre plus ample connaissance et d'établir la valeur et la portée véritable de l'œuvre psycho-bio-physique de Charles Henry.

L. B.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Avril 1932.

Gabriel Bertrand et Mme **M. Rosenblatt** : Sur la teneur inégale en manganèse des feuilles vertes et des feuilles étiolées. — **R. Fosse, P. de Graeve** et **P.-E. Thomas** : Un nouveau principe des végétaux : l'acide urique. — **André Blondel** : Nouvelle représentation algébrique des courants alternatifs et de tous autres phénomènes oscillatoires. — **Louis Roy** : De la ligne élastique aux équations fondamentales de la résistance des matériaux. — **E. Kogbetliantz** : Sur les développements de Laguerre. — **C.-E. Winn** : Sur la convergence d'une suite dérivée d'une autre suite à variation bornée. — **Arnaud Denjoy** : Sur la continuité des fonctions analytiques singulières. — **Michel Fekete** : Le nombre des changements de signe d'une fonction dans un intervalle et ses moments. — **De Seguier** : Sur les classes de substitutions d'ordre 2 des groupes linéaire, quadratique, hermitien et gauche dans un champ de Galois d'ordre impair. — **N. Mouskhelichvili (Muschelisvili)** : Sur le problème de torsion des poutres élastiques composées. — **V. Smirnoff** et **S. Soboloff** : Sur le problème plan de vibrations élastiques. — **B. Galerkin** : Sur l'équilibre d'une plaque circulaire épaisse et d'une plaque en forme de secteur circulaire. — **Alfred Rosenblatt** : Sur la stabilité des mouvements de Couette des liquides visqueux. — **R. Swyngedauw** : Sur le calcul rationnel des courroies. — **R. Wavre** : Extension d'un théorème de Stokes, relatif aux astres fluides. — **D. Belorizky** : Sur le rayon de convergence des séries dans le problème de deux corps, traité par la méthode de Lei-Civita. — **P. Guintini** : Sur la répartition des vitesses résiduelles des étoiles du type. — **B.-J. Dufay** : Sur la courbe d'énergie de l'étoile P. Cygni. — **Ch.-H. Muntz** : Sur la résolution du problème dynamique de l'élasticité. — **Marcel Mennesson** : Méthode de mesure de haute précision des longueurs et des épaisseurs. — **Pierre Vernotte** : Mesure de la conductibilité thermique des isolants : méthode du calorimètre. — **Léon Grillet** : Conductibilité électrique du papier noir. Applications. — M. **Pauthenier** et **P. Delahaye** : L'électrostriction du benzène. — Charles **Dietsch** : Sur une méthode de mesure des intensités élevées en courant continu. — **R. Chevallier** : Aimantation des poudres macroscopiques dans les champs faibles. — **R. Freymann** : Spectres d'absorption de dérivés éthyléniques et benzéniques dans le proche infrarouge. — **J. Rabinovitch** : Dispersions rotatoires des solutions benzéniques de pinène X droit et de pinène β gauche (Rectification à une Note précédente). — **Horia Hulubei** : Contribution à l'étude du spectre Raman de l'eau. — **H. Buisson, C. Jausseran** et **P. Rouard** : Sur la transparence de la basse atmosphère. — Mlle **Y. Cauchois** : Spectrographie des rayons X par transmission d'un faisceau non canalisé à travers un cristal courbé II. — **Georges Fournier** : Sur la composition des noyaux atomiques. — **H. Barjot** : L'utilisation rationnelle de la chaleur solaire. — **D. Skobelzyn** : Sur le spectre des rayons γ des dérivés du radiothorium. — Mlles **C. Chamie** et **A. Korvezee** : Sur la centrifugation des solutions alcalines de polonium. — **Pierre Montagne** : Formation de l'acétylène à partir du méthane sous l'influence des étincelles condensées à basse pression. — **H. Figour** et **P. Jacquet** : Comparaison des dépôts électrolytiques de zinc et de cadmium au point de vue de la protection de l'acier contre la corrosion. — **Georges Allard** : Influence des substitutions sur les fréquences propres des corps organiques. — **Ch. Zinzadze** : Sur la préparation du phosphate trimagnésien. — **B. Bogitch** : Principes de traitement des minerais de nickel. — **Palfray** ; **S. Sabetay** et Mlle **Denise Sontag** : Sur une méthode de dosage des aldéhydes, basée sur les réactions de Cannizarro et de Claisen. — **M. Battegay** et **L. Denivelle** : Les chlorures d'acides arysulfuriques ClSOOAr. — **P. Mougnaud** : Sur une méthode de dosage du fluor. — **Jacques Duche** : Action de l'éther et du chloroforme sur les Actinomyces du groupe asteroïdes. — **R. J. Gautheret** : Sur la production de chlorophylle dans les racines exposées à la lumière ; en particulier dans la racine d'Orge. — **Pierre Chouard** et **Georges Teissier** : Relations entre la croissance des diverses parties de la plantule du Melon et la quantité de réserves laissées à la disposition de l'embryon. — **Charles Perez** : Sur les petites différences sexuelles d'ornementation cuticulaire chez les Pagures. — **P. Vignon** : Explication morphologique des ailes chez les Diptères et les Coléoptères. — **A. Back** et **R. Legendre** : L'état sexuel du Germon pendant la saison de pêche. — Mlle **Anne Raffy** : Variations de la consommation d'oxygène dissous au cours de la mort de Poissons marins sténohalins passant de l'eau de mer à l'eau douce. — **Raoul M. May** : Action vicariante durable de la greffe intraoculaire de thyroïde de raton nouveau-né sur le développement du rat blanc éthyroïdé. — **A. Radoeff** : Recherches sur la stimulation de la croissance et le métabolisme dans les tissus du blé. — **Ramond Hamet** : Les Poisons sympathicolytiques peuvent-ils transformer, en une action vasodilatatrice, l'action vasoconstrictive des amines dont ils n'inversent pas l'action hypertensive ?

Séance du 2 Mai 1932.

A. Lacroix : Chutes récentes de météorites en Afrique occidentale. — **L. Cayeux** : Existence de nombreux grains de quartz, d'origine éolienne, dans l'Ordovicien des environs de Leningrad. — **Charles Nicolle** et **L. Balozet** : La peste porcine est transmissible expérimentalement à l'homme sous la forme inapparente. — **Ch. Porcher** et Mlle **J. Brigando** : L'état de la chaux et de l'acide phosphorique dans le lait de vache. — **Mau-**

rice Frechet : Sur la convergence des probabilités en chaîne. — **G. Cerf** : Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles. — **Florin Vasilesco** : Sur les dérivées normales des fonctions harmoniques dans le problème de Dirichlet. — **Pierre Humbert** : Sur une généralisation du potentiel. — **Jacque Devisme** : Sur quelques équations aux dérivées partielles. — **G. Valiron** : Sur les directions de Borel de certaines fonctions entières d'ordre infini. — **Constantin Woronetz** : Sur le roulement sans glissement d'un corps solide sur une surface déformable. — **Davin** : Sur l'état élastique et plastique d'un corps indéfini à deux dimensions percé d'un trou circulaire. — **J. Peres** et **L. Malavard** : Tracé des lignes de courant dans l'écoulement d'Oseen autour d'un cercle. — **A. Buhl** : Mouvements multiponctuels correspondant à l'équation de Jacobi écrite pour le cas d'un seul point. — **Ph. Le Corbeiller** : Sur l'entretien en oscillations du réseau passif le plus général. — **Maurice Curie** : Sulfures phosphorescents : intervention des chocs de seconde espèce. — **D. Skobelzyn** : Sur le degré d'homogénéité des rayons γ filtrés de Th C'' et la vérification de la formule de Klein-Nishina. — Mlle **Ellen Gleditsch** et M. **Ernst Foyn** : Dosage de l'actinium dans les minerais d'urane. — **L. Andrieux** et **D. Barbetti** : Sur les borures alcalins. — **Etienne Canals, Marcel Godchot** et Mlle **Germaine Cauquil** : Sur le spectre Raman de quelques carbures cyclaniques. — **Lemarchands** et **Sirot** : Sur le dosage du baryum à l'état de chromate. — **P. Brauman** et **S. Takvorian** : Sur un procédé de préparation des chlorures anhydres des métaux des terres cériques. — **G. Austerweil** : Sur quelques réactions entre zéolithes et sels solubles dans l'eau. — **Albert Saint-Maxen** : Action de l'hydrate de magnésie sur l'oxydation de l'hydroquinone. — **André Kling** et **René Schmutz** : Action des acides étendus sur la phényliminoquinone-diazide. — **R. Cornubert** et **De Demo** : Contribution à l'étude des dibenzylidènecyclopentanones. — **Jean Lacoste** : Sur l'état du problème tectonique prérifain et rifain méridional : possibilités de coordination. — **E. Chapuit** : Observations géologiques en Asie Mineure : les terrains à Fusulinides. — **Auguste Chevalier** : Sur la mer quaternaire de Tombouctou. — **Henry Hubert** : Sur les mouvements de l'air atmosphérique au-dessus de l'Indochine. — **G. A. Nadson** et **C.-A. Stern** : De l'action à distance des métaux sur les bactéries et les levures. — **A. De Puymaly** : Observations et remarques sur les Lichens. — **A. Jullien** et **G. Morin** : Automatisme cardiaque et métabolites chez les Mollusques (Murex trunculus). — **C. Hervieux** : La réaction de Jolles (indican) appliquée au lait. — **Louis Fage** : La phase pélagique des Amphipodes benthiques littoraux. — **Ph. Lasseur, P. Vernier, A. Dupaix** et **J. Marchal** : Observations sur la vie de *B. caryocyaneus* Beijerinck-Dupaix en milieu lithiné. — **A. W. Sellards** et **J. Laigret** : Vaccination de l'homme contre la fièvre jaune.

Séance du 9 Mai 1932.

J. Costantin : Importance de la mosaïque de la Canne au point de vue de la dégénérescence. — **De Broglie** et **L. Leprince-Ringuet** : Sur la dispersion des neutrons du glucinium et l'existence de noyaux de recul provoqués par le lithium excité. — **Charles Nicolle** et **Charles Anderson** : Nouvelle preuve de la spécificité individuelle des spirochètes de la fièvre récurrente hispano-africaine. — **A. Yersin** : Longue survie d'hévéas brisés par un typhon. — **Pierre Boos** : Sur la relation qui existe entre un arc de courbe et l'angle sous lequel on le voit de son origine. — **Michel Fekete** : Sur quelques généralisations de l'inégalité de Jensen. — **J. Leray** : Sur certaines classes d'équations intégrales non linéaires. — **Vladimir Bernstein** : Sur l'analogie entre la distribution des droites de Julia des fonctions holomorphes et celle des points singuliers des fonctions analytiques. — **P. Lejay** et **R. Goudey** : Mesures de gravité faites au moyen de l'appareil Holveck-Lejay, n° 2. — **Albert Perard** : Au sujet de la recherche d'une raie nouvelle comme étalon de longueur d'onde lumineuse. — **Jean Galibourg** : Sur la limite élastique de l'acier extra-doux étiré à la filière. — **Georges Vaudet** : Sur un contacteur-interrupteur dans le vide pour courants de haute tension. — **Raymond Dubois** et **Louis Laboureur** : Sur un chronographe électrique à lecture directe permettant la mesure précise d'intervalles de temps très courts. — **Marcel Cau** : Variation avec l'épaisseur des effets magnéto-optiques par transmission des couches minces de fer. — **Ny Tsize** et **Chien Ling-Chao** : Effet photographique de la pression. — **Jean Thibaud** et **F. Dupré La Tour** : Sur le pouvoir de pénétration du rayonnement (neutrons) excité dans le glucinium par les rayons X. — **Desmaroux** : Sur le mécanisme de la décomposition des nitrocelluloses. — Mlle **Choucroun** : Perméabilité sélective et polarisation des membranes. — **Félix Trombe** : Préparation de lanthane métallique exempt de fer et de silicium. — **E. M. Bellet** : Sur le mécanisme de l'action de dédoublement des éthers-sels en présence d'alcool en milieu faiblement alcalin. — **L. Capatos** : Sur quelques combinaisons des bases arsoniums. — **Ch. Courtot, M. Chaix** et **L. Nicolas** : Sur la préparation du sulfure de diphénylène. — Mme **Bruzau** : Action du parabromanisylmagnésium sur la diméthylphénylacétamide. — **Charles Dufraisse** et **Maurice Loury** : Recherches sur les oxydes organiques dissociables. — **X.** : Trois dymétylrubrènes isomériques $C^{44}H^{32}$: leurs oxydes dissociables. — **L. Domange** : Sur l'action de la chaleur sur la fluorine. — **Maurice Blumenthal** : Les éléments structuraux du Bokoya (Rif espagnol oriental). — **Marcel Thoral** : Nouvelle contribution à la statigraphie du Cambrien et du Silurien de la partie orientale des Monts de Lacaune. — **G. Debebant** : Cinématique des centres isobariques. — **Chadefaud** : Sur les physodes des Phéophycées. — **Marc Simonet** : Etude cytologique de l'hybride Pgoregelia : *Iris olbiensis Hénon* × *Iris Korolkowii Regel*. — **H. Colin** et **E. Bougy** : Structure et richesse saccharine dans les hybrides de Betteraves. — **Jan Hirschler** : Sur certains composants plasmatiques membraneux et granulaires dans les cellules sexuelles mâles chez les Lépidoptères. — **L. Lutz** : Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons Hyménomycètes. Les cétones et les corps anthraquinoniques et la fonction antioxygène. — **G. Stodel** et **A. Bourdin** : Relation entre le pouvoir toxique

et le pouvoir antigène des toxines diphtériques. — **A. et R. Sartory, J. Weill et J. Meyer** : Un cas de blastomycose invétérée transmissible au cobaye, due à un Saccharomyce pathogène (*Saccharomyces Jadini* n. sp.). — **Joseph Lignières** : La détermination des types du virus aphteux. — **Marcandier et Robert Pirot** : Transmission de l'homme au cobaye (après passage par le rat) du virus typhique toulonnais (typhus endémique bénin des navires de guerre). — **E. Roubaud** : Les races trophiques de l'*Anopheles maculipennis* décelées par les élevages expérimentaux comparés.

ACADÉMIE DE MÉDECINE DE PARIS

Séance du 3 mai 1932.

Correspondance officielle. — M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. — Rapports et relevés des Services de vaccination dans 22 départements. — M. **le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** : Délégation au Conseil national de l'Office des Recherches scientifiques et des Inventions.

Correspondance non officielle. — M. le Dr **Henri Fischer** : Envoi d'un rapport intitulé, Surdité et traitement hydrominéral.

Présentation d'un ouvrage. — M. le Dr **Maillard** : *Rapport sur les maladies transmissibles et épidémiques en Côte-d'Or en 1931.*

Nécrologie. — M. **Ravaut** : Notice nécrologique sur M. **René Collignon** (1860-1932).

Rapports. — M. **Siredey** : Sur le mémoire de M. **Baillet**, stagiaire aux Eaux minérales (Prix Vulfranc-Gerdy).

Elections. — MM. **Arcé** et **Gibson** sont élus correspondants étrangers dans la deuxième division (Chirurgie).

Communications. — M. **Georges Dumas** : La mimique des aveugles. — M. **Cl. Regaud** : Comparaison des valeurs curatives de l'hystérectomie et des méthodes radiothérapiques dans le traitement des épithéliomas cervico-utérins du premier degré. — M. **Gosset** : Présentation d'un film chirurgical parlant.

Lectures. — MM. **André Sergent** et **F. Trensz** : De la perte de l'immunité vaccinale. — MM. **Jean Troisier** et **T. de Sanctis Monaldi** : Le bacille de Koch, virus de sortie (Bacillémie tuberculeuse au cours d'infections aiguës non tuberculeuses). Discussion. — M. **Netter**.

Séance du 10 Mai 1932.

Décès de M. Gratia.

Décès de M. le Président de la République. — Allocution de M. **le Président**.

Lecture. — MM. **H. Bierry** et **B. Gouzon** : Caractérisation des taches de sang par réaction spectrale.

Séance du 17 Mai 1932.

Nécrologie. — M. **le Président** : Décès de M. **Pierre Breteau** : M. le Prof. **Gabriel Bertrand** : Notice nécrologique sur M. le pharmacien général **Pierre Breteau**.

Centenaire d'Alfred Fournier. — M. le Dr **J. Darier** : Discours prononcé au nom de l'Académie de Médecine à la cérémonie du centenaire d'Alfred Fournier.

Communications. — M. **Jean-Louis Faure** : Conclusions sur les résultats éloignés des opérations précoces dans le cancer du col de l'utérus (réponse à M. **Cl. Regaud**). Discussion : MM. **Gosset** et **J.-L. Faure** — MM. **G. Delamare** et **C. Gatti** : Entérite algide spirochétienne.

Lectures. — MM. **H. Surmont** et **René Buttiaux** : La double sonde duodénale. Résultats fournis par son emploi dans l'étude étiologique et la thérapeutique des cholécystites. — MM. les Prof. **V. Ball** et **L. Auger** : Chordome cervical chez un chien. — M. **G. Milian** : Cécité morphologique.

Séance du 24 Mai 1932.

M. **le Ministre de la Santé publique** : Affections épidémiques. Envoi de rapports et relevés des services de vaccination pour l'année 1931 dans 6 départements.

Correspondance non officielle. — M. le Dr **Ginestous**, de Bordeaux : Envoi de son rapport sur les épidémies qui ont sévi dans l'arrondissement de Bordeaux en 1931.

Présentations d'ouvrages manuscrits et imprimés. — M. le Dr **Babalian**, de Téhéran : *Dix cas de typhus exanthématique traités avec succès par l'autohémothérapie.* — M. le Prof. **Lecercle**, de Damas : *Eléments de chirurgie.* — M. le Prof. **A. Latarget**, de Lyon : *Traité d'anatomie humaine de L. Testut.* — M. le Prof. **Rhéaume**, de Montréal : *Technique chirurgicale de l'estomac et du duodénum.* — M. **Molinéry** : *Du rhumatisme, maladie sociale et de sa crénothérapie.* — *L'accès aux stations thermales et climatiques des assurés sociaux.* — *Contribution à la bibliographie des camps thermaux et des colonies thermales et climatiques.*

Communications. — M. **Dopter** : Nouvelle étude sur la vaccination associée (antityphoïdique et antidiphtérique) dans l'armée. — M. **E.-J. Moure**, de Bordeaux : Des nodules vocaux.

Lectures. — M. **Démètre Jonnesco** : Sur un virus rabique des rues à virulence renforcée. — M. **Colombani** : A propos de l'état sanitaire du Maroc et de son prétendu caractère infecteur. — Discussion : MM. **Léon Bernard**, **J.-L. Faure** et M. **le Président**. — MM. **Henri Limousin** et **Germain Petit** : Essai thérapeutique au cours des intoxications par l'amanite phalloïde. — M. **Bernard Cunéo** : Sur un nouvel organe du ligament large de la femme. — M. **Jean Tarneaud** : La stroboscopie du larynx par le stroborama. — M. **Legrain** : Les débits de boissons non alcooliques. Discussion : M. **Achard**.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 7-32.